

Atlas  
der  
Krystallregeneration.

Siebentes oder Schlussheft:  
Hohlflächen,  
in 24 photographischen Tafeln, nebst 2 Beilagen.

Von  
Dr. A. Rauber,  
Professor an der Kaiserlichen Universität Jurjeff (Dorpat).

№ 93502  
Herstellung der Tafeln von W. Staden,  
Photograph in Jurjeff.

1901.  
Verlag von Arthur Georgi  
in Berlin.

## Figurenerklärung des VII. Heftes.

Tafel

CXXI. Obere Figur. Oktaederecke mit hohlem Kugelsegment.  $\frac{1}{4}$ . Eine grosse Oktaederecke aus Kaliumalaun wurde parallel einer Hexaederfläche tief abgeschliffen und in den mittleren Teil dieser Fläche ein hohles Kugelsegment eingegraben, welches am kreisförmigen Rande einen Durchmesser von 12 Millimeter und eine centrale Tiefe von 5 Millimeter besass. Man erkennt an dem abgebildeten Alaunblocke die zarten Umrisse der vierseitigen künstlichen Hexaederfläche und die kreisförmige Begrenzung der sphärischen Hohlfläche. Vor der Regeneration. Ansicht von oben.

Untere Figur. Ein ähnliches, ebenso orientiertes Hohlkugelsegment, in Umbildung begriffen.  $\frac{3}{4}$ . Ansicht von oben.

Nach vierundzwanzigstündigem Verweilen des Krystallstückes in konzentrierter Lösung von Chromalaun bei gewöhnlicher Zimmertemperatur sind folgende Veränderungen an der Hohlfläche zu bemerken. Ein centrales Feld, welches dem Beobachter eine Menge verschieden gestalteter kleiner Hexaederflächen zuwendet, geht ohne bestimmte Grenze ringsum in ein grosses Wucherfeld über. In der peripherischen Zone des letzteren, also in der Nähe des kreisförmigen Randes der rauh gewordenen Hohlfläche sind, deutlicher mit der Lupe als im Bilde, vier besondere Stellen zu sehen, welche oben und unten, rechts und links ihre Lage haben und in der Anordnung ihrer vielen oktaedrischen Elemente ganz gleiche Verhältnisse darbieten. So einfach im ganzen das centrale Feld, ein primitives Hexaederfeld der Concavität, gebaut ist, so kompliziert ist der Bau der vier Seitenfelder. Ueber sie wird bei späteren Figuren weiter unten genaueres mitgeteilt und ein volles Verständnis erreicht werden. Was aber das centrale Hexaederfeld betrifft, wie verschieden ist es in seiner Zersplitterung gegenüber der schönen, glänzenden, scharf begrenzten primitiven Hexaederfläche der Konvexität! Hier eine einheitliche Fläche, dort eine von Vertiefungen getrennte Menge kleiner Felder. Beide liegen genau einander gegenüber, das eine an der Konvexität, das andere an der Konkavität; sie liegen einander auch ganz nahe, da nur eine minimale Schicht sie zu trennen braucht; und doch ein konstanter formaler Unterschied. Auch der mikroskopischen und genetischen Analyse wird es schwer, eine stichhaltige Erklärung dieser Erscheinung zu liefern. Wir werden indessen auch bei anderen Flächen einem ähnlichen Unterschiede begegnen.

CXXII. Obere Figur. Oktaederecke mit hohlem Kugelsegment. Spätere Stufe.  $\frac{3}{4}$ .

Ein der vorigen Figur ähnliches Hohlkugelsegment, von gleicher Orientierung, nach viertägigem Aufenthalte in konzentrierter Chromalaunlösung. An Stelle der überaus zahlreichen kleinen Vorsprünge der Wand des vorhergehend beschriebenen Hohlraumes sind grössere und minder zahlreiche Elemente, ebenfalls von oktaedrischem Typus, getreten. Doch lassen sich

wie im vorigen Falle fünf besondere Felder erkennen: ein centrales und vier peripherische. Die letzteren haben sich unterdessen beträchtlich weiter entwickelt. Auch die zwischen den vier peripherischen Feldern gelegenen Gebiete haben sich stärker umgeprägt und fallen als stark geneigte Flächen zur Tiefe der Höhle ab. Im Zusammenhange mit dieser Ausbildung von zusammen acht peripherischen Bezirken hat auch der ursprünglich kreisförmige Rand der Höhle eine polygonale Gestalt erhalten.

Untere Figur. Spätere Stufe eines ähnlichen Falles.

Von einer sphärischen Höhle, die in der vorigen Figur immer noch durchschimmert, ist nach einem Aufenthalte von 14 Tagen in der Chromalaunlösung keine Spur mehr zu erkennen. Die Ränder haben sich stark erhoben und zugeschärft. Sie zeigen zugleich die Neigung an, sich abzuschliessen. Der Grund der Höhle ist noch recht tief; in den Grund fallen von den Seiten her stark geneigte, zerklüftete Wände. So deutet denn diese Stufe bereits den Übergang in endliche völlige Vernarbung an, die mit der Ausbildung einer vollständigen Oktaederecke abschliessen wird.

Man bemerkt auch leicht, dass es eine ganz interessante Aufgabe sein wird, die Umbildung einer solchen Hohlfläche nicht nur in wenigen Figuren, sondern in einer fortlaufenden grossen Reihe von Figuren darzustellen. Dann wird die Umbildung der sphärischen Hohlfläche einer Ecke für sich allein den Raum eines besonderen Heftes in Anspruch nehmen; um so mehr, als auch mikroskopische Bilder beigelegt werden müssen.

CXXIII. Sphärische Hohlfläche in der Basis einer Oktaederecke.

Es war von vornherein anzunehmen, dass eine Umkehrung der Richtung der Hohlfläche bei sonstiger gleicher Orientierung wie in den vorausgehenden Fällen ein wesentlich gleiches Ergebnis liefern würde. Diese Annahme musste jedoch durch den Versuch bewiesen werden.

Zu diesem Zwecke wurde eine grosse Oktaederecke aus Kaliumalaun von einem Blocke hexaedrisch abgesägt, die Sägefläche geglättet und von ihr aus, der Achse der Pyramide selbst entsprechend, eine sphärische Hohlfläche ausgeschliffen.

Ober Figur. Man sieht die künstlich hergestellte vierseitige Basis einer Oktaederecke dem Beobachter zugewendet. Ein hohles Kugelsegment von 28 mm. basalem Durchmesser und 10 mm. centraler Tiefe ist in sie eingelassen. Die vier Seiten der Pyramide schimmern durch die Wand der Hohlfläche und durch die Wand der Pyramidenbasis deutlich hindurch. Vor der Regeneration.  $\frac{1}{4}$ .

Untere Figur. Derselbe Körper, nach zwölfstündigem Aufenthalte in konzentrierter Chromalaunlösung, während dessen, wie in den vorausgehenden Fällen, die Hohlfläche beständig aufwärts gerichtet war.  $\frac{1}{4}$ . Bei genauerer Untersuchung mit der Lupe und mit dem Mikroskope ergibt sich, dass im wesentlichen die gleichen Verhältnisse vorliegen, wie auf Tafel CXXI. Trotz der Frühstufe erkennt man mit der Lupe und bei günstigem Lichteinfalle sehr genau den Unterschied des centralen Hexaederfeldes von den vier peripherischen Feldern, deren erste Anlage bereits vorliegt. S. unten.

CXXIV. Hohle Ecken.  $\frac{1}{4}$ .

Figur a. Vor der Umbildung. Man sieht von der Basis aus in den künstlich hergestellten pyramidalen Hohlraum einer hexaedrisch abgesägten grossen Oktaederecke hinein. Die Höhlung wurde mit dem Messer in der Weise ausgeschnitten, dass ihre vier Wände den aussen liegenden vier natürlichen Oktaederflächen parallel laufen. Die vier Wände des Hohlraumes sind folglich künstliche Oktaederflächen. Sie berühren sich an der Spitze der hohlen Pyramide an einem Punkte. Mit Absicht wurde die Zurücklassung jeder Spur einer abschliessenden künstlichen Hexaederfläche an der hohlen Spitze vermieden; denn es sollte gerade in Erfah-

rung gebracht werden, ob bei der vorliegenden Form der Höhle in Folge der Regeneration eine hexaedrische Abschlussfläche sich ausbilden würde. Ebenso sollte erfahren werden, ob bei der Umbildung der 4 Hohlkanten, die jetzt linear abschliessen, 4 dodekaedrische Flächen zur Anlage kommen können. Hexaedrische und dodekaedrische Abschlüsse sind an den Aussenflächen des Alaun-Oктаeders eine so häufige Erscheinung, dass die Fragestellung gewiss berechtigt ist. Welches war nun der Erfolg? Hierauf giebt Figur b die Antwort. Eine ganze Reihe ebenso behandelter Ecken lieferte das gleiche Ergebnis.

Figur b.

Die hohle Ecke der Figur a wurde vier Tage hindurch in konzentrierter Chromalaunlösung gehalten, wobei die Höhle schräg aufwärts sah. Nach dieser Zeit untersucht, zeigt die Pyramide ansehnlich verdickte Wände. Die 4 künstlichen Oktaederflächen sind in Abglättung begriffen und gehen dadurch in natürliche Oktaederflächen über. Die Hohlcke schliesst punktförmig ab; von der Ausbildung einer inneren Hexaederfläche ist also keine Spur wahrzunehmen. Die 4 Hohlkanten schliessen ihrerseits, analog dem Spitzenabschlusse, linear ab; eine Ausbildung innerer dodekaedrischer Flächen hat also nicht stattgefunden.

In anderen Fällen der gleichen Art lief hie und da ein schräger Balken von kleinerem oder grösserem Kaliber über eine Hohlkante hinweg, doch auch hier fehlten sich anschliessende dodekaedrische Flächen ganz und gar.

Über eine eigenthümliche andere Erscheinung an Hohlkanten s. Tafel 128.

Figur c. Hohle Ecke, parallel den 4 äusseren Kanten der Ecke dargestellt. Nach 4 tägigem Aufenthalte in konzentrierter Chromalaunlösung.

Von der Basis einer hexaedrisch abgesägten Oktaederecke aus wurde eine vierseitige hohle Pyramide in der Weise ausgegraben, dass die vier sie begrenzenden Wände parallel den vier äusseren Kanten der Ecke verliefen und zugleich eine kleine, vierseitige Parallelfäche zur Basis den stumpfen Abschluss der Hohlpyramide bildete. Hexaedrisch war demgemäss die Ebene dieses Abschlusses, nicht aber ihre seitliche Begrenzung; denn diese war um 45 Grad gegen die hexaedrische Begrenzung gedreht. Wie wird es sich in vorliegendem Falle mit der Ausbildung einer hexaedrischen Fläche und vier dodekaedrischer Flächen verhalten?

Figur c selbst giebt hierauf die Antwort. Die vier künstlich angelegten dodekaedrischen Flächen, welche die Wände der Hohlpyramide bildeten, zeigen sich in der Umbildung zu natürlichen Dodekaederflächen begriffen; doch sind es bis jetzt nur stark zerklüftete dodekaedrische Platten und Balken, welche die Stelle kontinuierlicher Flächen einnehmen. Die künstlich angelegten Dodekaederflächen werden also nicht zum Verschwinden gebracht, sondern beibehalten und weitergebildet.

Und wie verhält es sich mit der den stumpfen Abschluss der Hohlpyramide bildenden kleinen Fläche? Sie ist gegen die Basis der Hohlpyramide hin etwas gewachsen, doch so, dass sie die 4 künstlichen Ränder mit natürlichen Rändern zu vertauschen begonnen hat; es hat also eine Zurückdrehung der 4 Ränder um 45 Grad stattgefunden, so dass dadurch natürliche Verhältnisse wiederhergestellt werden. Besonders bemerkenswert ist hierbei auch folgende Erscheinung. Was bei diesem Wachstume der kleinen Abschlussfläche in die Höhle der Pyramide hinein zur Ausbildung gelangt, ist merkwürdigerweise eine kleine freie Ecke, die mit ihrer Spitze gegen die Basis der ganzen Hohlpyramide gerichtet ist, — ein kleines Spiegelbild also der Aussenecke der Vollpyramide! Doch hierüber wird Figur d noch weiteren Aufschluss bringen.

Figur d. Hohle Ecke, wie in Figur a orientiert, mit Belassung einer künstlich hexaedrischen Abschlussfläche von grosser Ausdehnung.



Nach viertägiger Regenerationsdauer. Die Frage war, wie die grosse hexaedrische Abschlussfläche der Hohlpyramide bei der Umbildung sich verhalten würde.

Figur *d* giebt hierauf Antwort, indem sie uns zeigt, dass die Wände der Hohlpyramide sich verdickt haben, dass aber die hexaedrische Abschlussfläche nicht zum Verschwinden gebracht wurde, sondern zur Basis einer im Entstehen begriffenen inneren Ecke benutzt worden ist. Die vier schmalen hellen Flächen im Grunde des Hohlraumes sind die noch niedrigen Seitenflächen der entstehenden inneren Ecke. Mit weiterem Wachstum werden diese vier Flächen weiter gegen die Basis der Hohlpyramide vorrücken; die von ihnen umschlossene Hexaederfläche wird kleiner und kleiner werden, bis endlich eine Spitze vorliegt. Dann sieht eine innere Ecke, das Spiegelbild der äusseren Ecke, abwärts gegen die Basis der hohlen Pyramide hin: ein sonderbarer Anblick, dessen Begründung jedoch leicht ist und sich an frühere Ergebnisse (s. das Heft: Supplementkörper) unmittelbar anschliesst.

CXXV. Cylindrische Hohlkanten. Vor der Umbildung.  $\frac{1}{2}$ .

Obere Figur. Hohlkante, von aussen dargestellt.

Längs einer grossen natürlichen Oktaederkante aus Kaliumalaun, von ihr ausgehend und symmetrisch zu ihr, ist eine Rinne von der Form eines halben Cylinders ausgehöhlt und sorgfältig geglättet. Radius der Rinne = 9 mm. Die cylindrische Hohlfläche ist dem Beschauer zugewendet und von tadelloser Beschaffenheit; die dunklen Flecken in der Mitte und rechts sind durchscheinende Stellen, welche den dunklen Hintergrund erkennen lassen. Die beiden Flächen 0,0 sind Ueberreste der zwei Oktaederflächen, welche die Kantenschneide begrenzten.

Untere Figur. Hohlkante, von innen dargestellt.

Von einem grossen Oktaeder aus Kaliumalaun wurde ein breites Kantenstück parallel der Kante und symmetrisch zu ihr abgesägt ganz wie im vorigen Falle. Statt aber von aussen her die Rinne auszuhöhlen, wie es dort geschah, wurde es hier von innen, von der Sägefläche aus, vorgenommen. Es ist klar, dass diese Sägefläche eine künstliche Dodekaederfläche darstellt. Die halbcylindrische Rinne hat einen Radius von 10,5 mm. Die Medianlinie der Rinne läuft dem Angegebenen gemäss parallel der dem Beschauer abgewendeten unversehrten Oktaederkante, zugleich in der Medianebene der Kante, und ist nur wenige Millimeter von ihr entfernt.

Wird sich bei der kommenden Umbildung die Wand der Hohlfläche ebenso verhalten, wie im vorigen Falle? Beides sind cylindrische Rinnen; die Orientierung ist auch dieselbe; nur ist die erste Rinne von aussen, die zweite von innen her ausgehöhlt worden. Auch in dem der unteren Figur entsprechenden Kantenstücke ist die Beschaffenheit der Rinne ganz tadellos; die sichtbaren Flecken und Linien sind der Ausdruck von geringen Verschiedenheiten im Inneren der Substanz. Die Buchstaben *d*, *d* bezeichnen die Reste der dodekaedrischen Sägefläche.

CXXVI. Die beiden Hohlkantenstücke in ihrer Umbildung, 24 Stunden nach ihrer Einlegung in konzentrierte Chromalaunlösung, in welcher die Rinnen aufwärts gewendet waren.

Obere Figur. Sie ist auf die obere Figur der vorigen Tafel unmittelbar zu beziehen. Ein breiter Mittelstreifen, der den Grund der cylindrischen Rinne einnimmt, ist mit unzähligen kleinen Erhebungen besetzt. Eine feine mediane Linie teilt den Mittelstreifen in zwei gleiche symmetrische Hälften (*d*, *d*). Das zwischen *d* und den oktaedrischen Aussenflächen (0,0) gelegene Gebiet zeigt ebenfalls zwei Teile, einen äusseren glatten, und einen inneren, mit vielen vertikalen Leisten versehenen, gezackten. Der glatte Teil (0') ist der fertige Abschnitt einer sich ausbildenden Oktaederfläche, welche sich gegen *d* hin allmählich zu vergrössern bestrebt ist.

Untere Figur. Sie ist auf die untere Figur der vorigen Tafel unmittelbar zu beziehen. Die den oberen und den unteren Rand der Figur einnehmende Oktaederfläche (O,O) ist aus rascher Umbildung der ursprünglichen Dodekaederfläche hervorgegangen. Oben, bei h, ist in schräger Ansicht ein Streifen einer sich ausbildenden Hexaederfläche zu sehen. Der Mittelstreifen der Hohlrinne, von ansehnlicher Breite, wird durch eine feine mediane Linie in zwei Hälften geschieden (d,d). Das Feld O lässt zahlreiche vertikale Leisten erkennen, welche gegen O hin in eine schmale, glatte, im Wachstume begriffene Oktaederfläche übergehen.

Aus der Vergleichung der beiden Fälle ergibt sich, dass die Umbildung der beiden Hohlrippen in ganz übereinstimmender Weise verläuft und entsprechende Flächen hervorzubringen begonnen hat, nämlich: längs der Mitte der Rinne eine vorläufig durch eine feine Medianlinie in zwei Hälften geschiedene Dodekaederfläche; und ein, zu beiden der letzteren gelegener, ebenfalls in zwei Teile geschiedener Streifen, der im Begriffe steht, sich zu einer Oktaederfläche auszubilden. Was jenseits dieser drei, in sechs Hälften geteilten Streifen vorliegt, gehört nicht zum Gebiete der Rinne und kann daher hier übergangen werden; es wurde übrigens schon erwähnt, dass in diesen Aussenflächen angrenzende äussere Oktaederflächen zu sehen sind.

CXXVII. Dieselben beiden Hohlkantenstücke auf späteren Umbildungsstufen.

Obere Figur. Sie ist auf die obere Figur der vorhergehenden Tafel unmittelbar zu beziehen. Der obere und untere Rand wird von einer Oktaederfläche begrenzt. An diese stösst oben und unten je eine den Abhang in die ursprünglich cylindrische Rinne einnehmende Fläche, welche mit starker Zähnelung abschliesst: es ist eine innere Oktaederfläche. Der Grund der Rinne ist bis in die Nähe des linken und rechten Endes von einer im Werden begriffenen Oktaederfläche eingenommen. Nach dreitägigem Aufenthalte des Kantenstückes in Chromalaunlösung.

Untere Figur. Sie ist auf die untere Figur der vorhergehenden Tafel zu beziehen. Nach siebentägigem Aufenthalte in Chromalaun. Zu übereinstimmenden Formverhältnissen würde auch die Rinne des Kantenstückes der oberen Figur gelangen, wenn es länger in Chromalaun liegen würde.

Die inneren oktaedrischen Flächen O',O' sind in der Richtung der früheren Zahnsitzen stark gewachsen und grenzen an die den Grund einnehmende dodekaedrische Fläche an, welche aus grossen Elementen besteht, die mit glänzenden Flächen abschliessen. Links und rechts ist eine schon in der oberen Figur angedeutete Hexaederfläche in Entstehung begriffen.

CXXVIII. Obere Figur. Hohle Oktaederkante.  $\frac{1}{10}$ . Vor der Umbildung.

Das Hohlkantenstück ist in vertikaler Richtung aufgestellt; die linear abschliessende Höhlung sieht dem Beschauer entgegen. Die beiden die Höhlung begrenzenden Flächen sind künstliche Oktaederflächen, parallel den äusseren, vom Beschauer abgewendeten natürlichen Oktaederflächen. Es fragte sich hier, wie auch auf der Tafel 124, ob sich entlang dem tiefsten Grunde der Höhlung eine Dodekaederfläche anlegen würde.

Untere Figur. Dasselbe Hohlkantenstück, nach zweitägigem Aufenthalte in Chromalaun.

Die beiden grossen, dem Beobachter zugewendeten künstlichen Oktaederflächen haben sich geglättet und sind zu natürlichen Oktaederflächen umgebildet. Die dunklen Gebiete beider Flächen sind Erzeugnisse des durch den Lichteinfall bedingten Schattens. Beide Flächen sind in Wirklichkeit fast eben. Ausgenommen hiervon ist ein jederseits der Mittellinie der Hohlkante herabziehender schmaler und flacher Streifen, welcher die Ebene der beiden Oktaederflächen etwa in der Höhe von  $\frac{1}{10}$  Millimeter überragt, mit seiner Oberfläche aber der grossen Oktaederfläche seiner Seite parallel ist. Beide Streifen würden sich, wie Versuche zeigten, bei weiterer Dauer der Umbildung nach den Seiten hin ausdehnen. Während sie sich nach rechts

oder links ausdehnen, nehmen sie im Grunde der Rinne auch an Dicke zu.

Ich habe die beiden Streifen mit scharfem Messer wiederholt auf die Ebene der Oktaederflächen zurückgeschnitten. Nach dem Einlegen in Chromalaun aber erschienen sie in gleicher Form immer wieder, zum Beweise, dass sie nicht einer unrichtig geschnittenen künstlichen Oktaederfläche, sondern inneren Verhältnissen den Ursprung verdanken. Auch eine unrichtige, zu weit nach links oder rechts übergreifende Orientierung der Kantenschneide ist nicht Ursache; denn im vorliegenden Falle und bei anderen ähnlichen Versuchen war die Schneide der Hohlkante richtig auf die Aussenkante orientiert. Das Auftreten der beiden Streifen ist indessen nicht ganz konstant. In manchen Fällen schloss nach wochenlangdauernder Regeneration die Schneide der Hohlkante linear ab, ohne Spuren von besonderen Grenzstreifen. Dass in anderen Fällen vereinzelte schräge Balken verschiedener Mächtigkeit im Grunde der Hohlkante auftreten und sie durchziehen können, ist bereits oben bemerkt worden.

Was die Beurteilung der Grenzstreifen betrifft, so liegt es nahe, sie mit Versuchen zu dodekaedrischer Flächenbildung in Zusammenhang zu bringen; doch ist zu beachten, dass ihre Flächen nicht den Dodekaeder-, sondern den Oktaederflächen parallel laufen. Thatsächlich machen sie den Eindruck von Ausstrahlungsstellen oktaedrischen Flächenwachstums.

- CXXXIX. Oktaederfläche, mit einem künstlichen Hohlkugelsegmente versehen. Vor der Regeneration.  $\frac{1}{2}$ .

Von der Mitte einer grossen Oktaederfläche aus ist in einem Krystalle von Kaliumalaun ein Stück einer sphärischen Hohlfläche mit dem Radius von 25 mm. ausgegraben und sorgfältig geglättet worden. Grösste Tiefe der Höhle = 9 mm.; Randdurchmesser = 43 mm.

- CXXX. Das Krystallstück der vorigen Figur, nach 12 stündigem Aufenthalte in Chromalaun; die concave Fläche war unterdessen aufwärts gewendet.  $\frac{1}{2}$ .

Man erkennt an Stelle der früheren glatten Hohlfläche ein ausgedehntes concaves Wucherfeld, dessen Grund ein besonders auffallendes Merkmal trägt. Dieses besteht in der Gegenwart eines gleichseitigen Dreieckes von glatter Beschaffenheit, dessen Fläche eine Ebene bildet. Die Ecken des Dreieckes sind gegen die Ecken der oktaedrischen Platte gerichtet, welche das Dreieck trägt. Die Seiten des Dreieckes sind weder scharft begrenzt, noch geradlinig, sondern leicht ein- oder ausgebogen. Die Vorsprünge des zunächst an das Dreieck grenzenden Teiles des grossen Wucherfeldes der Höhle sind nicht gleichmässig verteilt, sondern zeigen eine noch unsichere Orientierung nach bestimmten Richtungen an. Eine ähnliche unsichere Orientierung der Vorsprünge des Wucherfeldes ist noch an drei Stellen des peripherischen Teiles der Höhle zu bemerken.

- CXXXI. Oktaederflächen mit Hohlkugelsegmenten, in Umbildung.

Figur 1. Von einer Oktaederfläche aus ist in einem Krystalle von Kaliumalaun eine sphärische Höhlung ausgegraben worden, welche einer Kugel von 16 mm. Radius angehört. Durchmesser am Rande des Hohlsegmentes = 28 mm. Grösste Tiefe der Höhle 7 mm. Nach 15 stündigem Verweilen in Chromalaunlösung,

Das Hauptinteresse nimmt der Grund der Höhle in Anspruch, in Folge der Gegenwart eines glatten Dreieckes mit concaven Seiten. Es ist das Dreieck der vorigen Tafel auf einer nur wenig späteren Ausbildungsstufe. Die drei Ecken setzen sich in Ausläufer fort, welche ein gefiedertes Aussehen besitzen, indem sie in bestimmter Richtung mit feinen, gruppenweise einander parallelen Leisten besetzt sind. Viel deutlicher tritt diese zierliche Fiederbildung zu Tage bei Betrachtung mit der Lupe oder mit dem Mikroskope und bei günstigem Lichteinfalle für je einen der drei Ausläufer. Man sieht dabei auch, dass die Leisten nicht nur an den Ausläufern vorkommen, sondern sich von ihnen aus auf die concaven Seiten des Dreieckes fortsetzen.

Der ganze Raum zwischen je zwei Ausläufern ist also mit einander parallelen Leisten besetzt.

Verfolgt man die drei Ausläufer gegen die Peripherie der Höhle hin, so begegnet man dort Gebilden der gleichen Art, von welchen eines den Grund der Höhle in Beschlag genommen hat.

Figur 2. Etwas spätere Stufe der Umbildung einer wie zuvor orientierten sphärischen Höhle.

An Stelle des Dreieckes mit konkaven Seiten ist, mit weiterer Einbiegung derselben, ein regelmässiger sphärischer Dreistrahl geworden, dessen Strahlen 120 Grad von einander absteigen.

Der Raum zwischen je zwei Strahlen ist besetzt mit feinen parallelen Leisten, die eine beträchtliche Länge haben, an den Strahlen inserieren und zu dem angehörigen Strahle in einem Winkel von 120°, beziehungsweise 60°, stehen.

So ähnelt das Bild im allgemeinen der sogenannten Sternfigur der Säugetierlinse. Die drei, 120° von einander absteigenden Radien sind hier Nahtlinien, an welchen die bezüglichen Linsenfaserkontingente zusammenstossen.

Der wesentliche Teil von Figur 2 hat schon früher, auf Tafel 34, als eigentümliche Form eines Wucherfeldes Verwendung gefunden.

Figur 3. Spätere Stufe. Oktaederfläche mit vernarbender sphärischer Hohlfläche.

Welches ist das weitere Schicksal der sphärischen, von einer Oktaederfläche ausgehenden Höhlung? Die Sternfigur ist in ihren Grundzügen noch lange sichtbar, wobei die drei Strahlen allmählich in die Tiefe versinken, während zackige Wände sie steil umgeben. Später werden durch andrängende Balken auch die Furchen überwunden und es bleibt ein scheinbar unregelmässiges Gewirre von Zacken und Balken übrig, bis endlich die sphärisch gewesene Wunde vernarbt. Schon längst ist unterdessen der kreisförmige Rand der Höhle in polygonale Form übergegangen. Von ihm ausgehende horizontal verlaufende dünne Oktaederplättchen sind bestrebt, die Höhlenreste abzukapseln; man muss sie von Tag zu Tag wegbrechen, um der Regenerationsflüssigkeit neuen Zugang zur Höhle zu gestatten.

In Figur 3 ist ein der Vernarbung entgegengehendes Stück dieser Art wiedergegeben. In der Nähe des Höhlenrestes ist im Verlaufe der vielen Tage auf der gleichen Oktaederfläche eine anomale Ecke emporgewachsen, als wolle sie andeuten, dass etwas besonderes in ihrer Nähe stattgefunden habe, und dass nicht blos zur Ausfüllung einer sphärischen Höhle, sondern auch zur Ausbildung einer anomalen Ecke Gelegenheit gegeben sei.

Jene dünnen abgebrochenen Plättchen am Höhlenrande lassen sich sehr zweckmässig zu Wachstumsversuchen verwenden. Man kann sie in vielerlei Formen zerschneiden, sieht die Ränder in überraschender Weise wachsen und die Plättchen zu ganz niedrigen Oktaedern sich gestalten, von derselben platten Art, wie im III. Hefte solche abgebildet worden sind.

CXXXII. Halbe Hohlkugel, deren convexe Wand gleichzeitig mit der konkaven Wand sich umbildet.

Um alle Verhältnisse der sich umbildenden sphärischen Hohlfläche auf die sphärische Konvexfläche sicher beziehen zu können, gab es kein einfacheres Mittel, als Kugeln aus Kaliumalaun herzustellen, sie in bestimmter Richtung zu halbieren und von der Sägefläche her vorsichtig auszuhehlen, so dass nur eine dünne Wand von zwei bis drei Millimetern beide Flächen von einander trennte. Darauf kamen beide Hälften beliebig lange in die Chromalaunlösung.

Figur 1.  $\frac{3}{4}$ .

Halbe Hohlkugel, so orientiert, dass der Pol der Mitte einer Oktaederfläche des Stammkrystalles entspricht. Die Höhle und die äquatoriale Schnitt-

fläche sind dem Beschauer zugewendet. Nach 24 stündigem Aufenthalte in Chromalaun, während dessen die Höhle aufwärts gerichtet war, die convexe Fläche aber auf stacheligem Krystallboden ruhte. Es sind bereits alle Veränderungen auf beiden Oberflächen eingetreten, welche die verschiedenen Felder kennzeichnen. Man kann jetzt die inneren Felder in sehr bequemer Weise auf die äusseren beziehen; man kann aber auch bequem alle Lücken ausfüllen, welche in Betreff der Kenntnis der vorausgehenden Figuren dieses Heftes etwa übrig geblieben sind.

Man erkennt in Fig. 1 eine central gelegene primitive Oktaederfläche der Konkavität. Sie liegt vielmehr in der wirklichen Halbkugel central, während sie in der Figur für den Zweck besseren Lichteinfalles etwas nach rechts gedreht erscheint. Im Umkreise, in weiter Entfernung von ihr, sind noch drei solche Oktaederflächen als helle, strahlige Stellen sichtbar, in der Richtung der Buchstaben O, O, O. Oben links erkennt man eine primitive Hexaederfläche. Es sind an den entsprechenden Stellen noch zwei ebensolche Hexaederflächen vorhanden, bei guter Beleuchtung selbst mit freiem Auge zu sehen, aber bei der gegenwärtigen Einstellung unsichtbar.

In der Mitte der die Oktaederflächen mit einander verbindenden Ausläufer befinden sich Umordnungsstellen der Leisten. Diese Zwischenfelder entsprechen Dodekaederfeldern. So sind also im ganzen in dieser Halbkugel vier Oktaeder-, drei Hexaederfelder vorhanden; bei genauer Besichtigung vermag man auch noch sechs Dodekaederfelder zu erkennen.

Ebenso viele Felder zeigt auch die Convexität der Halbkugel; sie liegen sämtlich mit ihren Mittelpunkten den Mittelpunkten der Felder der Konkavität gegenüber, sind jedoch viel grösser und unterscheiden sich auch durch ihre uns früher schon (Heft I) bekannt gewordenen Formen.

Lässt man in Gedanken die Wand der halben Hohlkugel immer dünner werden und schliesslich Molekulddicke oder noch weniger erreichen, so werden dennoch bei der Umbildung die konkaven von den konvexen Feldern sich auf allen Stufen unterscheiden.

Bei dem Wachstume der Convexität wird ferner die Gesamtoberfläche aller Felder immer grösser, während die Gesamtoberfläche der Felder der Konkavität immer kleiner wird.

Figur 1 ist bei auffallendem Lichte aufgenommen. Sehr hübsche Bilder gewähren auch Transparentansichten der in Umbildung begriffenen Hohlkugelhälfte. Am hellsten und grössten, fast farblos, erscheinen dabei alle Gebiete der Oktaederflächen, die einen centralen Teil und einen schwach gefärbten Hof erkennen lassen. Dann sieht man drei grosse dunkle, im ganzen ringförmige Felder in den Zwischenräumen der vier ersteren. Das Centrum der drei dunklen Felder ist je eine kleine helle rundliche Stelle: das primitive Hexaederfeld bezeichnend. Die Ausläufer der Oktaederflächen sind mässig helle Strassen, deren Zusammentreffen sich verbreitert zum helleren Dodekaederfelde. Man kann aus der Form und dem Helligkeitsgrade der Felder die Zugehörigkeit mit Sicherheit erkennen.

Figur 2. Schema der Umbildungsfelder der vorigen Hohlkugelhälfte.

Immer noch bedarf es einer schematischen Darstellung, da eine gleichzeitige Ansicht aller Felder mit ihren Besonderheiten durch photographische Aufnahme nicht erreichbar ist.

Der Pol der vorliegenden Halbkugel ist nach dem Obigen auf eine Oktaederfläche orientiert. Die Hohlfläche ist dem Beobachter zugewendet. Der Grund der Höhle zeigt eine centralgelegene primitive Oktaederfläche der Konkavität; ihre 3 Ausläufer sind sichtbar, nebst der zierlichen Fiedering. An den Verbindungsstellen der Ausläufer zweier Oktaederflächen befinden sich Umordnungsfelder, Dodekaederflächen bezeichnend. Die drei grossen freien Räume schliessen primitive Hexaederflächen ein. Man vergleiche hiermit das Schema der Convexität in Heft I.



Figur 3. Sämmtliche Felder der Konkavität der Hohlkugel. Schema. Auf Figur 2 und 3 sind nunmehr die Tafeln 121 bis 124 zu beziehen.

Noch ein eigenthümlicher Umstand bedarf hier der Erwähnung. Die Ausläufer der primitiven Oktaederflächen der Konkavität und Konvexität treffen niemals auf die Stellen der Hexaederflächen, d. i. auf die Gegenden der künftigen Ecken, sondern immer auf die Mitte der künftigen Kanten, d. i. auf die primitiven Dodekaederflächen. Betrachtet man aber beispielsweise Tafel CXXX, so sieht man die 3 Ausläufer mit aller nur möglichen Bestimmtheit nach den drei Ecken der Oktaederfläche ausstrahlen. Wie ist dieser sonderbare Widerspruch zu erklären?

Es ist nicht leicht, des Rätsels Lösung zu finden. Um aber einem mit diesen Verhältnissen weniger vertrauten Beschauer etwaiges Kopfzerbrechen zu ersparen, ist folgendes zu bemerken. Die auf Tafel CXXX abgebildete Konkavität entspricht nicht der sie umgebenden Oktaederfläche, sondern der Oktaederfläche der entgegengesetzten Seite, die zu jener die konvexe Ergänzung zu bilden hat. Auf der entgegengesetzten Seite aber liegen die Ecken um 60° gegen die obere Seite verschoben. Wo oben eine Ecke ist, liegt unten eine Kante. Da nun die fraglichen Ausläufer immer zu einer Kante gehören, so ist es auch im vorliegenden Falle nicht anders; sie streben zu einer Kante, nämlich zur unteren, entgegengesetzten. Da aber den unteren Kanten eine obere Ecke entgegengesetzt ist, so müssen die Ausläufer notwendigerweise zu einer oberen Ecke ziehen, obwohl sie dieser gar nicht angehören.

CXXXIII. Halbe Hohlkugel, deren Pol auf eine Oktaederecke orientiert ist.

Figur 1. Halbe Hohlkugel aus Kaliumalaun, mit ihrem Pole auf eine Hexaederfläche des Stammkrystalles orientiert, nach 24 stündigem Verweilen in Chromalaun.  $\frac{3}{4}$ . Die Höhle und äquatoriale Schnittfläche sind dem Beschauer zugewendet. Innere und äussere Oberfläche sind in Umbildung begriffen.

Im polaren Gebiete der Höhle ist, deutlicher mit der Lupe am Präparate, ein ansehnliches Hexaederfeld sichtbar, welches allmählich in 4 peripherische Felder übergeht, die dem Äquator benachbart sind, aber mit ihm nicht zusammenfallen. Diese 4 Felder sind nichts anderes als primitive Oktaederfelder der Konkavität. Das rechtsgelegene Oktaederfeld sieht etwas unregelmässiger aus, als es sich in Wirklichkeit verhält; alle 4 Felder stimmen in allen wesentlichen Teilen miteinander überein.

In der Mitte zwischen diesen 4 Feldern sind mit der Lupe deutlich wahrnehmbare Dodekaederfelder zu sehen. Zwischen den 4 Oktaederflächen, aber an dem Äquator, haben 4 Hexaederfelder ihren Platz. Ebenso besitzt der Äquator vier zwischen jenen vertheilte Dodekaederfelder.

Vergeblich suchte ich in diesem und in allen übrigen Fällen von Umbildung einer sphärischen Hohlfläche nach dem Ausdrucke eines Vierundzwanzigflächners in der Nähe der oktaedrischen Felder. Auf der Konvexität sind wir ihnen in Heft I als hellen kleinen Kreisflächen in der Nähe der ausgebogenen Seiten der primitiven Oktaederflächen bereits begegnet.

Figur 2. Schema von Figur 1, mit Eintragung von allen Besonderheiten, die wechselnde Beleuchtung und Lupenbetrachtung erkennen lässt; hiernach also Schema der ersten Umbildungserscheinungen einer sphärischen Hohlfläche, deren Pol auf eine Oktaederecke orientiert ist.

o Oktaederfeld, d Dodekaederfeld, h Hexaederfeld der Konkavität.

Figur 3. Schema der Umbildung eines hohlen sphärischen Segmentes, dessen Pol auf die Mitte einer Oktaederkante orientiert ist.

o Oktaederfeld, d Dodekaederfeld, h Hexaederfeld der Konkavität.

Am schönsten stellt sich die Feinheit aller dieser Umbildungen dar

bei der Betrachtung mit 20 — bis 50 — bis 100-facher Vergrößerung und günstiger Beleuchtung. Man wird auch in der Folge dazu übergehen müssen, fortlaufende Entwicklungsreihen, die nur durch kleine Zeitspannen von einander getrennt sind, durch photographische Aufnahmen in den erwähnten Vergrößerungen zu fixieren.

CXXXIV. Durch partielle Hemmung der Apposition erzeugte Hohlfläche.

O b e r e F i g u r. Dem Beobachter ist die natürliche abgestutzte Ecke eines Oktaeders aus Kaliumalaun zugewendet, sowie 3 grosse Oktaederflächen, welche an jener Ecke zusammenlaufen. Die vierte zugehörige Oktaederfläche hat oben ihre Lage und ist nur im Profile sichtbar. Auf diese vierte Fläche ist eine Urschale mit ihrer convexen Fläche aufgelegt und in Seitenansicht wahrzunehmen. Dieses Bild stellt die Versuchsanordnung dar. Die Urschale wurde in dieser Lage auf das Oktaeder mit Bindfaden festgebunden und das Ganze nunmehr in ein Gefäss mit konzentrierter Chromalaunlösung so versenkt, dass die Urschale nach oben sah. Es sollte in Erfahrung gebracht werden, in welcher Weise die Apposition auf eine Oktaederfläche sich vollzieht, wenn dem Wachstume sich eine convexe Oberfläche entgegenstellt.

U n t e r e F i g u r. Sie zeigt das Ergebnis des eben erwähnten Versuches nach 14 tägigem Aufenthalte des Krystalles in Chromalaun. Die Höhle, bei 3 facher Vergrößerung, und der unmittelbar angrenzende Teil der Oktaederfläche ist dem Beschauer zugewendet. Hat man eine konkav gebogene Abteilung einer Oktaederfläche in der Höhlenwand vor sich? oder ist die durch stufenweise Apposition gebildete Höhlenwand zu beurteilen wie eine künstlich von einer Oktaederfläche aus eingegrabene Höhlenwand?

Am auffallendsten ist die Erscheinung, dass die Höhlenwand nicht eine glatte Fläche darstellt, nicht einen einfachen Abdruck der convexen Urschale, sondern dass zweierlei Hervorragungen und zwischen ihnen liegende Vertiefungen die Wand auszeichnen. Die eine Gruppe von Hervorragungen und zwischen ihnen gelegenen Vertiefungen ist konzentrischer Art, mit manchen Unregelmässigkeiten der Linienführung. Die andere Art von Hervorragungen ist viel feiner; sie besteht aus feinen Leisten, welche in dichtgedrängten Massen von den konzentrischen Erhebungen ausgehen und in schräger und senkrechter Richtung erstere kreuzen und die konzentrischen Vertiefungen durchziehen.

Ich habe den Versuch mehrmals mit gleichem Erfolge wiederholt. Nie bleiben die ring- und radienartigen Figuren aus. Die ursprüngliche Oberfläche war glatt und homogen, eine intakte Oktaederfläche. Glatt war auch die convexe Fläche der Urschale. Vom Drucke der Urschale kann die Erscheinung nicht wohl bedingt werden, auch nicht von täglichen Temperaturschwankungen. Sind die Vorgänge der Apposition periodischer Art? Hängt die Erscheinung mit dem blätterigen Aufbau des Alaunes zusammen? Sind bei der Apposition vorhandene Diffusionsströme der Flüssigkeit dafür in Anspruch zu nehmen?

CXXXV. Gerader Kegel, mit konkaver Mantelfläche.  $\frac{3}{1}$ .

Die Basis des Kegels gehört einer natürlichen Oktaederfläche eines Krystalles von Kaliumalaun an. Sie ist vorn ein wenig aufgerichtet, so dass man von der Basisfläche ein wenig sehen kann. Die Erzeugungslinie der Konkavität ist ein Radius von 35 mm. Die Spitze läuft in ein cylindrisches Endstück von 3 mm. Durchmesser aus. Die abgestutzte Spitze ist eine reine Kreisfläche, der Basis parallel, einer natürlichen Oktaederfläche also gleichwertig. Der schneidende Übergang der Mantelfläche in die Basis ist leicht abgerundet, da es hier auf eine Schneide nicht ankam, letztere aber sehr brüchig ist. Vor der Regeneration.

CXXXVI. Der Kegel der vorigen Figur, nach 24 stündigem Aufenthalte in Chromalaun.  $\frac{3}{1}$ .

Die Mantelfläche des Kegels ist in grösster Ausdehnung von Wuchern feinsten Art bedeckt; nur drei Bezirke sind hiervon ausgenommen. Einer dieser Bezirke, der vordere, ist dem Beschauer zugewendet und stellt eine glänzende Fläche von ansehnlicher Breite dar, die sich von der Spitze zur Basis erstreckt und durch viele dünne Stufen in Abteilungen zerfällt. Das zweite und dritte konkave Längsband liegt an den Seiten der Hinterfläche und kann daher auf dieser Figur nicht gesehen werden. Basis und Spitze sind nicht mehr kreisförmig umrandet, sondern im Beginn, sich polygonal zu gestalten und also von geraden Linien begrenzt zu werden. Eine wesentliche Ergänzung erhält die seitliche Ansicht durch eine Betrachtung des in Umbildung begriffenen Kegels von der Spitze aus.

CXXXVII. Der Kegel der vorigen Tafel in Spitzenansicht.  $\frac{3}{4}$ .

Die Spitze ist als dunkles sechsseitiges Polygon in der Mitte der Figur sichtbar. Von drei Seiten der Spitze aus strahlen in gegenseitigen Abständen von  $120^\circ$  drei zierliche glänzende Bänder gegen die Basis hinab und verlieren sich in der Nähe der letzteren, um von einem von der Basis aufsteigenden glänzenden breiten, niedrigen Felde aufgenommen zu werden. Der letztere Teil gehört zu dem ersteren, beide sind nur von einem noch wenig ausgebildeten Zwischenstücke getrennt; sie bilden miteinander je eine grosse oktaedrische Fläche, deren hiermit drei von der Spitze zur Basis reichende vorhanden sind. Nun sind aber noch drei andere kleinere Oktaederflächen in der Nähe der Basis in Ausbildung begriffen. Sie liegen am basalen Rande, mitten zwischen den drei vorgenannten Flächen, neigen sich aber gegen die Basis einwärts und können daher nur an ihrem oberen Rande gesehen werden. Zu beiden Seiten je einer solchen kleinen basalen Oktaederfläche liegen Andeutungen von Dodekaederfeldern. Somit ist die Basis ein Polygon von 12 Seiten.

Betrachtet man noch einmal die um die Spitze sich ausbreitenden Felder, so bemerkt man in der Mitte zwischen den drei glänzenden Längsbändern je einen schwach leuchtenden Streifen, der sich basalwärts verliert: es sind Andeutungen von Hexaederflächen.

CXXXVIII. Spätere Stufe des Kegels der vorigen Figur. 5 tägiger Aufenthalt in Chromalaun. Seitenansicht.  $\frac{3}{4}$ .

Dieselbe Fläche ist dem Beobachter zugewendet, die schon auf Tafel 136 betrachtet worden ist. Man erkennt in der Figur einen mittleren und zwei Seitenteile. Der Mittelteil beginnt an der Basis mit einer mächtigen dunklen Oktaederfläche, welche aufwärts sich in Stufen verliert und in der Nähe der Spitze wieder als einheitliche Fläche auftritt, um dort mit scharfem Rande zu endigen. Ganz anders die Seitenteile. Sie beginnen basal je mit einer ansehnlichen, jedoch gegenüber dem zwischenliegenden Felde kleineren Oktaederfläche, deren Ebene gegen die Basis einwärts, gegen die Spitze auswärts, gewendet ist, während das Zwischenfeld gerade entgegengesetzte Neigung hat. Aufwärts schliesst sich an die 2 seitlichen Oktaederflächen je eine, wie ein Trümmerfeld aussehende, aus vielen Elementen zusammengesetzte Hexaederfläche an, die sich bis in die Nähe der Spitze aufwärts erstreckt. Ein ebensolches drittes Hexaederfeld liegt entlang der hinteren Mittelfläche. Zu beiden Seiten des hinteren Hexaederfeldes aber befindet sich je eine grosse, zusammengesetzte Oktaederfläche, welche der in der Figur sichtbaren mittleren Oktaederfläche gleicht.

Dreht man die Pyramide dieser Figur um  $60^\circ$  und stellt demgemäss ein Hexaederfeld in das vordere Mittelgebiet ein, so erhält man das Bild der folgenden Tafel. Sie dient also dazu, die Kenntnis der Pyramide wesentlich zu vervollständigen.

CXXXIX. Die Pyramide der vorigen Tafel,  $60^\circ$  um ihre Längsachse gedreht.  $\frac{3}{4}$ .

Auch an dieser Figur sind ein Mittel- und zwei Seitengebiete zu unterscheiden. Verfolgt man das Mittelgebiet von der Basis zur Spitze, so

beginnt es basal mit einer dunkel aussehenden Oktaederfläche, deren Neigung zur Basis einwärts gerichtet ist. Aufwärts folgt nun das Trümmerfeld einer Hexaederfläche, die sich bis gegen die Spitze hin erstreckt.

Seitlich, links und rechts von der eben betrachteten Hexaederfläche liegt eine grosse Oktaederfläche, die sich von der Basis bis zur Spitze ausdehnt, und im mittleren Gebiete vorläufig noch einige Zerklüftungen zeigt. Nun ist die Kenntnis der Pyramide schon eine ziemlich vollständige geworden. Aber es bedarf auch noch einer Spitzenansicht dieser Stufe; sie ist auf der folgenden Tafel dargestellt.

CXXXX. Dieselbe Pyramide, in Spitzenansicht.  $\frac{3}{4}$ .

Im ersten Augenblicke glaubt man einen ganz fremden Körper vor sich zu haben, der mit den Figuren der 2 vorausgehenden Tafeln nichts zu thun hat. Eine genauere Betrachtung lässt uns aber doch erkennen, dass von der schwarzen dreiseitigen oktaedrischen Spitzenfläche der Pyramide drei weiss glänzende Flächen abwärts ziehen, von zerklüfteten Massen aufgenommen werden und basal als wieder zusammenhängende weisse Flächen abschliessen. Das sind die drei grossen seitlichen Oktaederflächen, die nach einigen Tagen je eine grosse zusammenhängende, von der Spitze zur Basis ausgedehnte Ebene darstellen würden. Ihre basalen Teile sind mit O bezeichnet. Nur die hintere O-fläche ist grossenteils schwarz, da sie im Schatten liegt.

Zwischen diesen 3 grossen Flächen sieht man an der Basis den Rand der 3 kleinen Oktaederflächen. Spitzenwärts schliesst sich an diesen Rand je eine hexaedrische Terrasse an, die sich den drei Kanten der Spitze anfügt.

Zählt man zusammen, so sind im ganzen 8 oktaedrische Flächen vorhanden: drei seitliche grosse, drei seitliche kleine, eine grosse basale und eine kleine apikale. Sie bilden zusammen das in diesen Aufstellungen pyramidal aussehende Oktaeder. Aber es ist nicht schwer, die Pyramide so aufzustellen, dass sie im Wesen mit der Form des gewöhnlichen Alaunoktaeders übereinstimmt.

CXXXXI. Gerader Cylinder mit konkaver Mantelfläche.  $\frac{3}{4}$ .

Orientierung: Die beiden Endflächen, zur Längsachse senkrecht, sind Teile je einer Oktaederfläche. Die Höhe beträgt 30 mm., der Durchmesser einer Endfläche 24 mm., der die sphärische Concavität erzeugende Radius 33 mm. Der Stoff ist Kaliumalaun. Die Form ist zu beurteilen als ein konkaver Doppelkegel, dessen obere Hälfte, mit abgestutzter Spitze, auf die abgestutzte Spitze der unteren Hälfte aufgesetzt wurde, in der Weise, dass die Längsachse der einen Hälfte in die der anderen Hälfte in gleicher Richtung übergeht.

Hieraus geht hervor, dass man aus der Kenntnis der Umbildung des einfachen konkaven Kegels die Umbildung des vorliegenden konkaven Cylinders abzuleiten vermag — bis zu einem gewissen Grade, in den ersten Stadien.

Was aber soll aus den beiden zusammenhängenden, eine Einheit bildenden konkaven Kegeln in späteren Stufen der Umbildung werden, wenn die Konkavitäten der Ausgleichung entgegengehen und also die Form eines gewöhnlichen Cylinders herannäht? Die anfänglich aus der Umbildung hervorgegangenen, miteinander zusammenhängenden zwei Oktaeder mit ihren 16 — im vorliegenden Falle nur 14 — Oktaederflächen können in dem einfachen Cylinder keinen Platz haben, sondern nur die Flächen eines einzigen Oktaeders. Ebenso verhält es sich mit den Nebenflächen. Es müssen folglich in späteren Stufen der Umbildung des konkaven Cylinders ganze Kontingente von schon gebildeten Flächen wieder verschlungen werden — oder welches andere Ergebnis soll aus diesem Widerstreite der Interessen hervorgehen? Nur der Versuch konnte entscheiden.

Fassen wir noch einmal den konkaven Doppelkegel in das Auge, um

uns die Sachlage gehörig zu vergegenwärtigen. An der Basis des unteren und des oberen Kegels versammeln sich bei der Umbildung nicht weniger als je 7 Oktaederflächen. An den zusammenhängenden Spitzen fallen zwei Oktaederflächen aus; sie entsprechen der Teilungsebene der beiden Kegel. Die 3 seitlichen Oktaederflächen jeder Spitze werden vermutlich in einander auslaufen und Spiegelbilder von einander sein; es sind dies in Wirklichkeit Doppel-Oktaederflächen.

Nun ist das Ergebnis des Versuches in Augenschein zu nehmen.

CXXXXII. Derselbe Konkavcylinder, nach 24 stündigem Aufenthalte in Chromalaun.  $\frac{3}{1}$ .

Der Cylinder hat seine weisse Farbe verloren und ist grösstenteils mit einem Wucherfelde von Chromalaun bedeckt. Die beiden Endflächen oder Basen sind nicht mehr kreisförmig umrandet, sondern zeigen den Übergang in ein zwölfseitiges Polygon. An der Mantelfläche ist eine grosse Anzahl von glänzenden Bändern sichtbar, weit deutlicher am natürlichen drehbaren Objekte, als an der Abbildung. Man kann sie bereits zählen; sie haben alle ihren Platz an den uns schon bekannten Stellen. Besser aber ist es, das Zählen auf eine etwas spätere Stufe zu versparen, da hier die Abgrenzung eine deutlichere geworden ist. Wir wenden uns daher der folgenden Tafel zu.

CXXXXIII. Derselbe Konkavcylinder, am 5. Tage der Umbildung.

Bei der Betrachtung dieser Stufe erkennt man sofort, dass ihr unterer Teil der auf Tafel 139 enthaltenen Figur entspricht, während ihr oberer Teil der Figur von Tafel 138 angehört. Man braucht nur diese beiden Figuren mit ihren Spitzen aufeinander zu stellen, um den wesentlichen Inhalt von Tafel 143 vor Augen zu haben. Die obere Hälfte der Figur von Tafel 143 ist also nicht einfach das Spiegelbild der unteren Hälfte, sondern es hat eine Drehung von 60° um die Längsachse stattgefunden. Dem entsprechen auch die Verhältnisse im schmalen Mittelteile der Figur 143, wo die beiden Kegelspitzen mit ihren verschiedenen Feldern in merkwürdiger Weise ineinandergreifen. Auf dieser Stufe erkennt ein geübtes Auge bereits die Einheit der Anlage, wie sie in Zukunft zur Geltung kommen wird. Die beiden Kegel sind sich einander nicht fremd, sie entstammen einer Einheit und zielen auch wieder auf eine Einheit hin.

Betrachtet man die Figur 143 genauer, so nimmt man wahr, dass an der unteren Basis drei Oktaederflächen vorn und drei Oktaederflächen hinten zur Ausbildung gelangt sind (unteres O, und links und rechts von O). Es sind aber auch Dodekaederflächen wahrnehmbar: die schmalen schrägen Bänder links und rechts von O, und so ringsum. Die Basis ist hiernach ein Polygon von 12 ungleich langen Seiten. Da die Basis selbst eine grosse Oktaederfläche ist, so sind um diese Basis im ganzen 7 Oktaederflächen versammelt.

Ganz ebenso verhält es sich mit der oberen Basis. Sie selbst ist eine grosse Oktaederfläche, um sie herum liegen 6 andere Oktaederflächen und ebenfalls 6 schmale dodekaedrische Bänder. Zählen wir die Oktaederflächen, die um beide Basen gelegen sind, und die Basen selbst zusammen, so erhalten wir 14 Oktaederflächen. Es würden ihrer 16 sein, aber mit den beiden letzten Oktaederflächen hängen die beiden Spitzen zusammen. Die auf den Seitenflächen der Kegelspitzen auftretenden Oktaederflächen (6 an der Zahl) kommen nicht zur Zählung, sie sind nur Ausläufer basaler Oktaederflächen.

14 Oktaederflächen waren auch erwartet worden. Soweit hat der Versuch den Erwartungen entsprochen; der Versuch hat dagegen wider die Annahme gesprochen, die Oktaederflächen der oberen Hälfte würden vielleicht als Spiegelbilder der unteren Hälfte auftreten. Das Objekt hat sich vielmehr zugleich seiner einheitlichen Abstammung gemäss verhalten.

Warum aber sind in der Figur von Tafel 143 bei vorderer Ansicht



nur drei Oktaederflächen mit dem Buchstaben O bezeichnet, während ihrer doch sechs sichtbar sind? Das hat seinen guten Grund. Bei weiterer Umbildung nämlich werden nur die drei mit O bezeichneten Oktaederflächen bleiben und sich weiter entwickeln, die anderen aber werden überwunden werden und verschwinden. Wir brauchen nur die folgende Tafel zu beachten, um hierüber Klarheit zu erhalten.

CXXXXIV. Derselbe Konkavcylinder, am 10. Tage der Umbildung.  $\frac{3}{4}$ .

Vergleicht man diese Figur mit der vorhergehenden, so sieht man, dass die Einschnürung der Mitte fast ganz geschwunden ist und dass der Körper eine gewaltige Breite erlangt hat, während die Höhe kaum zunahm.

Die untere Oktaederfläche (O) hat eine grosse Ausdehnung gewonnen, ebenso die 2 seitlichen oberen Oktaederflächen (O, O). Die früheren seitlichen unteren, und die mittlere obere Oktaederfläche der Figur von Tafel 143 sind aber bis auf die letzte Spur verschwunden. Mächtige Wuchfelder nehmen ihren Platz ein, die bei vorderer Ansicht die Figur eines breiten  $\wedge$ , bei hinterer Ansicht die Gestalt eines breiten  $\vee$ , zusammen also die Form eines  $\vee\vee$  haben, wenn man die beiden Flügellinien im Kreisbogen miteinander verbindet. An den Enden von  $\wedge$  und von  $\vee$  sitzen kleine Hexaederflächen. Die Felder von  $\wedge$  und  $\vee$  aber sind nichts anderes als breite seitliche Dodekaederflächen, die allmählich in demselben Masse sich verschmälern werden, als die Oktaederflächen an Ausdehnung zunehmen.

Vergleicht man diese Figur mit der auf Tafel 41, Heft III, Umbildung des Cylinders, so tritt sofort die Übereinstimmung zu Tage.

Die Umbildung des konkaven Cylinders führt also zum Untergange von 6 oktaedrischen Flächen: hierdurch wird ein einheitliches Oktaeder zu Stande gebracht. —

I. Beilage. Figur 1. Alaunkugel, in alkoholhaltiger Chromalaunlösung gewachsen.

Figur 2. Alaunkugel, in alkoholfreier Chromalaunlösung der gleichen Konzentration und in gleicher Zeitdauer gewachsen. S. Text.

II. Beilage. Photographische Aufnahme eines nach meinen Angaben vom Universitätsmechaniker B. Schulze in Dorpat ausgeführten Krystallodroms d. i. eines Apparates, welcher dazu dient, Krystalle in der Mutterlauge mit messbarer Geschwindigkeit zu bewegen. Der Name Krystallodrom ist nach Hippodrom gebildet; Rennbahn für Krystalle. —

## Zusammenfassung.

Photographische Ansichten von in Umbildung begriffenen Hohlflächen sind, wo es gerade am Platze war, schon in früheren Heften vorgelegt worden, insbesondere von cylindrischen und kegelförmigen. Das Schlussheft beschäftigt sich fast ausschliesslich mit sphärischen Hohlflächen von verschiedener Orientierung und mit ihrer Combination mit Kegel und Cylinder.

Um die Schwierigkeiten mancher räumlichen Anschauungen zu überwinden, thut man gut, sich folgende körperliche Modelle zu verfertigen und sie bei der Betrachtung der Tafeln zu verwenden. An der Hand solcher Modelle gelingt es rasch, über die eigenthümlichen Wachstumsverhältnisse Klarheit zu erhalten, die hier in Frage stehen.

1. Man lässt sich vom Drechsler eine Kugel aus Holz verfertigen, die etwa 5 cm. Durchmesser hat. An dieser Kugel bringt man mit Tusche ein Netz von drei sich rechtwinkelig schneidenden grössten Kreisen an. Dadurch wird die Kugeloberfläche in acht sphärische Dreiecke von gleicher Grösse zerlegt. Den Mittelpunkt der Oberfläche eines jeden solchen Dreieckes bezeichnet man mit Tusche. Nun sind schon alle wesentlichen Erfordernisse erfüllt, um folgendes zu beachten:

a. Die Mittelpunkte der acht sphärischen Dreiecke sind zugleich die Mittelpunkte der bei der Umbildung der konvexen und konkaven Kugeloberfläche sich anlegenden primitiven Oktaederflächen.

b. Alle einzelnen Linien, welche die 8 Dreiecke begrenzen, 12 an Zahl, entsprechen den zukünftigen Dodekaederflächen. Die primitive Dodekaederfläche aber legt sich als kleine glatte Kreisfläche je in der Mitte der 12 genannten Linien an.

c. Die Kreuzungspunkte aller 12 Linien sind die Anlageplätze aller primitiven Hexaederflächen; es sind ihrer 6.

d. Die primitiven Oktaederflächen der Konvexität haben die Form eines kleinen Dreieckes mit konvexen Seiten. Die primitiven Oktaederflächen der Konkavität haben die Form eines kleinen Dreieckes mit konkaven Seiten und gehen bald in einen fiederbesetzten Dreistrahl über, dessen Linien Winkel von  $120^\circ$  bilden. Alle Ecken der Dreiecke der konvexen und konkaven Kugeloberfläche haben Beziehungen zu den gegenüberliegenden Dodekaederflächen: sie senden ihnen je einen schmalen Ausläufer zu. Primitive Dodekaederflächen und die von ihnen aufgenommenen Ausläufer lassen sich an dem Modelle ebenfalls markieren. Thut man dies durch punktierte Linien, so wird jedes sphärische Dreieck in drei kleine Vierecke, die ganze Kugeloberfläche aber in 24 kleine Vierecke zerlegt.

e. Spuren eines Vierundzwanzigflächners kommen bei der Umbildung der Konvexität zu vorübergehender Ausprägung; auf der Konkavität dagegen sind niemals solche Spuren gesehen worden. Die primitiven Ikositetraederflächen der Konvexität haben ihren Sitz im Mittelpunkte der kleinen Vierecke.

f. Nicht nur 24-flächner und 8-flächner prägen sich auf der Konkavität anders aus, als auf der Konvexität, sondern auch 12- und 6-flächner. Die beiden letzteren erscheinen auf der Konkavität in Form vieler einzelner kleiner Elemente, die nicht zusammenfliessen.

2. Dieses körperliche Schema wird wesentlich brauchbarer, wenn es durch ein zweites ergänzt wird, nämlich durch ein aus Holz verfertigtes grosses Oktaeder, dessen Flächen aus gleichseitigen Dreiecken bestehen. In der Mitte eines jeden Dreieckes bezeichnet ein Punkt die Mitte der primitiven Oktaederfläche der sich umbildenden Kugel. Um diesen Punkt beschreibt man ein kleines gleichseitiges Dreieck, dessen Ecken je zur Mitte der der gegenüberliegenden Kanten orientiert sind und diesen einen Ausläufer zusenden. Die Mitte der Kanten entspricht der Stelle der primitiven Dodekaederflächen. Macht man die Seiten des kleinen Dreieckes konkav oder führt es in einen Dreistrahl über, so ist dies der Ausdruck der Konkavität; macht man die Seiten des kleinen Dreieckes dagegen konvex, so ist dies der Ausdruck der Konvexität der sich umbildenden Kugel. Jenseits der kleinen Dreiecke ist der Ort, wo der 24-flächner der Konvexität sich durch je drei glänzende Flecke ausprägt. Die sechs Ecken des hölzernen Oktaeders entsprechen den primitiven Hexaederflächen, der Richtung nach.

3. Sehr anschaulich ist ferner ein drittes Modell, dessen Grundlage eine dünnwandige hohle Glaskugel von etwa 5 cm. D. bildet. Man trägt auf ihr mit ver-

schiedenen Ölfarben alle primitiven Oktaeder-, Dodekaeder-, Hexaeder- und Ikositetraederflächen auf, welche der Konvexität entsprechen; eine zweite Glaskugel dient zur Aufnahme der der Konkavität entsprechenden Felder. Auch die Fortschritte in der Umbildung lassen sich an solchen Modellen passend aufmalen,

4. Ein viertes körperliches Schema dient zur Veranschaulichung der Achsen. Zu diesem Zwecke wird eine Kugel aus weichem Holze zunächst so behandelt, wie Modell I; d. h. man trägt mit Tusche die drei grössten Kreise auf, die sich rechtwinkelig durchschneiden. In die Mitte der 8 Dreiecke werden nunmehr Stecknadeln eingelassen, in der Richtung zum Kugelcentrum. An diesen 8 Stellen findet das geringste Dickenwachstum statt. Umgekehrt geht von diesen 8 Stellen das stärkste Flächenwachstum aus, am geringsten gegen die primitiven Dodekaederflächen hin; am grössten gegen die primitiven Hexaederflächen hin; mit den nötigen Abstufungen in den Zwischenstrecken. Zur Beurtheilung dieses Wachstumes dient nun wieder das Modell II. Was das Grössenverhältniss des minimalen zum maximalen Flächenwachstume betrifft, so ergibt sich hiernach, dass beide sich verhalten, wie in einem rechtwinkligen Dreiecke (dessen grosse Kathete der halben Länge einer Oktaederkante, dessen kleine Kathete von dem Mittelpunkt der Oktaederfläche zur Mitte einer gegenüberliegenden Seite zieht, während die Hypotenuse von dem Mittelpunkt der Oktaederfläche zu einer Ecke sich erstreckt) die kleine Kathete zur Hypotenuse. Da dies lauter bestimmte Grössen sind, so lässt sich die Form des Oktaeders auch in Gestalt einer das Wachstum bezeichnenden Formel ausdrücken. Lässt man von den acht axial bezeichneten Stellen des Schema 4 aus nach jener Formel ein Flächenwachstum vor sich gehen, so wird ein reguläres Oktaeder erzeugt.

Um die Grundlage einer solchen Formel anzugeben, so kennt man beispielsweise die Länge einer Oktaederkante. Die halbe Länge dieser Kante ist der Wert der grossen Kathete des kleinen, ungleichseitigen, rechtwinkligen Dreieckes, um das es sich handelt. Der an der Oktaederecke liegende spitze Winkel des kleinen Dreieckes hat einen Wert von  $30^\circ$ . Um ein rechtwinkliges Dreieck aufzulösen, braucht man aber nach einem der ersten Sätze der Trigonometrie bekanntlich nur eine Seite und einen spitzen Winkel zu kennen. Folglich sind die bezüglichen Forderungen erfüllt.

Da das Flächenwachstum eines Oktaeders nicht von der Kugel abzuleiten ist, sondern von dem molekulären Oktaeder ausgeht, welchem alle folgenden Wachstumsstufen in der Form ähnlich sind, so besteht also jene Formel zu Recht.

So verhält es sich aber nur im extremen, strengen Falle. Aber es ist zur Erreichung einer oktaedrischen Endform keineswegs die strenge Erfüllung der Formel erforderlich. Es genügt schon, dass das Flächenwachstum nach der Ecke dem Flächenwachstume nach der Mitte der Kante hin mindestens gleich, oder auch ein wenig überlegen sei. Dann kommen grosse oder kleinere Hexaederflächen zur Ausbildung, die im Falle auch nur geringer Überlegenheit schliesslich dennoch überwunden werden. Gar oft zeigt uns die Wirklichkeit solche Fälle; und es ist in hohem Grade erstaunlich, dass eine so breite Schwankungsmöglichkeit im Flächenwachstume dennoch sich mit der Gesetzlichkeit verträgt.

Wie aber verhält es sich mit dem Dickenwachstume der Oktaederflächen? Auch dieses braucht nicht streng normiert zu sein; es kann rascher oder minder rasch erfolgen, ohne den Gang der Entwicklung zu stören. Nur eine Voraussetzung ist zu erfüllen: es darf nicht grösser sein als das minimale Flächen-

wachstum, sonst kommen monströse Formen zu Stande, in welchen entlang den Kanten mehr oder minder breite Klüfte gähnen und die Oktaederflächen in Form von acht Säulen emporragen.

Es ergibt sich aus alledem, dass man sich Ecken und Kanten zu Stande gekommen denken kann und denken muss durch passend abgestuftes Flächenwachstum, während das Dickenwachstum der Flächen langsam nebenher läuft.

Wo sich Hexaeder- und Dodekaederflächen ausgebildet haben, da greift allerdings sekundär ein Dickenwachstum dieser beiden ein, um die Ecken und Kanten zur Vollendung zu führen.

Betrachtet man von dieser Grundlage aus die Umbildung der Kugel, so fügt sich die ganze Reihe der hier auftretenden Erscheinungen auf das deutlichste den angegebenen Ordnungen. Die schönen Stufenbildungen um die primitiven Oktaederflächen sind dann am häufigsten vertreten, wenn das Flächenwachstum der äussersten Schicht sich nach allen Seiten hin etwas verzögert, und wenn die folgenden Schichten oder Blätter das in geringerem Grade ebenfalls thun. Die dodekaedrischen Ausläufer der primitiven Oktaederflächen sind nichts anderes als Richtungslinien, Grenzscheiden des zu beiden Seiten sich ausdehnenden Flächenwachstums nach den Ecken hin.

Von anderen Ergebnissen, die sich auf die in diesem Hefte mitgetheilten Versuche beziehen, seien noch folgende hier zusammengestellt:

Pyramidenförmig ausgehöhlte Oktaederpyramiden, deren Innenwände den Aussenwänden parallel sind und an der hohlen Spitze spitz d. i. punktförmig abschliessen, erzeugen bei der Regeneration nie Hexaederflächen, nie auch Dodekaederflächen. Es bleibt vielmehr der punktförmige Abschluss der hohlen Spitze, der lineare Abschluss der hohlen Kanten bei der Umbildung bestehen. Auch wenn aussen eine Hexaederfläche oder Dodekaederfläche vorhanden ist, kommt es bei der Hohlpyramide nicht zur Ausbildung von solchen.

Lässt man bei der pyramidenförmigen Aushöhlung einer Oktaederpyramide eine hexaedrische Abschlussfläche der Hohlpyramide bestehen, so erzeugt jene Hexaederfläche, o Wunder, eine kleine Gegenpyramide, ein Spiegelbild der äusseren Ecke, mit der Hexaederfläche als Basis. Die Spitze der Gegenpyramide sieht also in abwärts gekehrter Richtung zur Basis der Hohlpyramide hin, in den Raum der Hohlpyramide vertikal hinab. Doch ist diese Erscheinung aus früheren Ergebnissen (s. Heft V, Supplementkörper) sehr wohl zu erklären und kein Widerspruch gegen die sonstige Erfahrung.

Bindet man eine Uhrschale mit ihrer konvexen Oberfläche auf eine grosse natürliche Oktaederfläche eines Alaunkrystalles auf und setzt das ganze in eine regenerative Flüssigkeit, so entsteht zwar auch eine Höhlung am Oktaeder, aber sie ist nicht einfach ein Abdruck der Convexität der Uhrschale, sondern es bilden sich an der Höhlenwand konzentrische Ringe und Furchen und radiäre Leisten in grosser Zahl aus.

Die Umbildung eines künstlichen Alaunkegels mit konkaver Mantelfläche schliesst sich an die Umbildung eines Kegels, dessen Mantelfläche von einer rotierenden Geraden erzeugt ist, unmittelbar an.

Bei der Umbildung eines Cylinders mit konkaver Mantelfläche (d. i. also eines konkaven Doppelkegels) vollziehen sich dagegen eigentümliche Umgestaltungen von bereits angelegten Glanzflächen; letztere werden wieder ausgelöscht, um dem Ganzen ein einheitliches Gepräge zu geben. Von 14 primär angelegten Oktaederflächen

werden beispielsweise 6 wieder zerstört, um die regulären 8 Oktaederflächen zur Herrschaft zu bringen. Die gefährliche Versuchung zu einer Unbeständigkeit seiner Prinzipien beantwortet der Krystall mit der Darlegung unwandelbarer Treue. —

## Vergiftung der Mutterlauge.

Am Schlusse der letzten Abtheilung des Atlas der Krystallregeneration würde es ohne Zweifel nicht unangebracht sein, einen Gesamtüberblick über alle in den einzelnen Abteilungen niedergelegten Erfahrungen zu geben und dadurch zu zeigen, nach welchen Richtungen hin die bisherigen Kenntnisse von diesem Gegenstande erweitert worden sind. Der Atlas ist zwar, etwaige Supplementhefte abgerechnet, mit der vorliegenden Abtheilung zum Schlusse gelangt, — die ursprüngliche Absicht, neun Hefte zu liefern, wurde geändert, um ihn nicht zu sehr anschwellen zu lassen — nicht aber am Ende angelangt sind meine eigenen Wünsche nach vielen ferneren Beobachtungen auf dem nun einmal begonnenen Gebiete. Statt also schon jetzt eine solche Gesamtübersicht der Ergebnisse anzureihen, ziehe ich es vor, diese auf spätere Zeit zu verschieben, vorher aber noch weitere Erfahrungen zu sammeln. Statt einer Gesamtübersicht lasse ich hier ein Thema folgen, das mich in der letzten Zeit lebhaft beschäftigt hat, es ist das Thema der Vergiftung der Mutterlauge.

Vergiftungen von Tieren mit den verschiedensten Giften sind schon vielfach zur Untersuchung gelangt. Man betrachte sich z. B. das kürzlich in neuer Auflage erschienene Handbuch der Toxicologie von A. I. Kunkel! Dennoch lassen sich noch immer mehr oder minder beträchtliche Lücken des Wissens verspüren. Viel seltener schon sind Vergiftungen an Pflanzen vorgenommen und untersucht worden, mit Giften, die aus dem Tier-, Pflanzen- oder Mineralreiche stammen. Gar keine Untersuchungen liegen bisher vor über die Vergiftung von Krystallen und von Mutterlaugen. Das ist auch bis zu einem gewissen Grade verständlich. Denn welche Veranlassung sollte bisher vorgelegen haben, auch nur eine solche Frage zu stellen? Hier giebt es nichts zu vergiften — das ist entschieden wohl auch jetzt noch die am meisten zu fürchtende Antwort. Dennoch liegen gewisse Gründe vor, sich mit vorgefassten und allgemeinen Einwendungen nicht abschrecken zu lassen und es einmal mit Vergiftung von Mutterlaugen zu versuchen. Die Krystalle haben eine so gewaltige Aktivität in ihrem Wachstume, und eine so mächtige Kraft der Beharrung in ihrer Form, dass sie es uns sogar nahe legen, die Grenzen dieser Kräfte immer genauer zu prüfen. Ich selbst hatte schon früher gefunden, dass vermehrter und verminderter Atmosphärendruck, heftige Bewegung des Krystalles oder der Mutterlauge, Verminderung der Schwerkraftwirkung, Einfluss von Centrifugalkraft, Senkung der Wärme bis in die Nähe des Gefrierpunktes der Mutterlauge die Energie des Wachstums nicht zu vernichten, kaum zu verändern vermögen. Sollte es jedoch nicht möglich sein, durch Gifte das Wachstum und die Regeneration von Krystallen zu beeinflussen? Es lässt sich denken, dass es Stoffe giebt, welche auf die physikalischen und chemischen Qualitäten der Moleküle einen richtenden Einfluss ausüben, ohne die chemische Beschaffenheit dieses Körpers zu zerstören, ohne also eine Zersetzung, ohne eine Umsetzung des



selben, oder auch des Giftstoffes, herbeizuführen. Nicht Beimengung unschädlicher Substanzen zur Mutterlauge sollten also hier versucht werden — solche Versuche sind schon seit vielen Dezzennien bekannt —, sondern Stoffe, die in verhältnismässig geringer Gabe Wachstum und Leben von Pflanzen und Tieren bedrohen, stören und vernichten, mögen diese Stoffe dem Mineral-, Pflanzen- oder Tierreiche angehören. Es ist nicht notwendig, dass die gleichen Stoffe, die für Pflanzen oder Tiere Gifte sind, auch für Krystalle Gifte sind. Vielleicht haben diese ihre besonderen Gifte; jeder besondere Krystall könnte ja seine besonderen Gifte haben. Zunächst aber war in Erfahrung zu bringen, wie die Tausende von Giften, die auf Tiere und Pflanzen schädlich einwirken, das Wachstum von Krystallen, zunächst eines Krystalles zu beeinflussen vermögen. Nicht Tausende von Giften sind freilich für jetzt zur Prüfung gelangt, sondern nur einige wenige. Positive und negative Ergebnisse mussten ihren eigentümlichen Wert haben. Fortgesetzte Untersuchungen dieser Art müssen zugleich ganz dazu angehtan sein, sowohl über den zur Zeit so viel umstrittenen Begriff katalytischer Wirkung grössere Klarheit zu verbreiten, als auch über den Begriff von Giften selbst.

### A. Vorversuche an Pflanzen.

Es musste von Wert sein, zu erfahren, wie die im folgenden für die Beeinflussung des Krystallwachstumes verwendeten Gifte auf Pflanzen einwirken; wie sie auf gewisse Tiere einwirken, war schon bekannt. Zu meinen Versuchen benutzte ich in Wasser reich bewurzelte junge Stecklinge von *Impatiens Sultanii*, die ich mir in grosser Anzahl für diesen Zweck angelegt hatte.

#### 1. Vorversuch. *Impatiens*-Stecklinge und *Morphium muriaticum*.

Zwei in Wasser gut bewurzelte Stecklinge von *Impatiens Sultanii* wurden in ihrem cylindrischen Glasgefässe gelassen, dessen Wasser aber in ein zweites cylindrisches Glasgefäss gegossen, auf 90 cm. gebracht und mit 10 cm. Wasser versetzt, in welchem 0,5 Gramm *Morphium muriaticum* gelöst waren. Nun ward die Flüssigkeit wieder in das die Stecklinge enthaltende Gefäss zurückgegossen. So waren die Wurzelfäden unbeschädigt geblieben und wurden jetzt von der giftigen Flüssigkeit umspült. Zimmertemperatur.

Der eine Steckling hatte 12, der andere 9 Laubblätter und eine Knospe. Schon nach sechs Stunden fielen einzelne grosse Laubblätter ab, an der Insertionsstelle des Blattstieles am Stamme, dem gewöhnlichen Platze des Blätterabfalles. Die Blätter waren frisch, ihre Farbe unversehrt, sowohl die abgefallenen, wie die an den Stecklingen befindlichen; letztere liessen auch sonst nicht erkennen, was ihnen etwa fehle; der Turgor aller Pflanzenteile hatte nichts verloren. Ich hielt das Abfallen der Blätter daher für eine vielleicht zufällige Erscheinung.

Am folgenden Tage, 24 Stunden nach dem Beginne des Versuches, waren jedoch weitere Blätter abgefallen, ohne dass das Aussehen derselben und der Pflanze eine Veränderung bemerken liess. Der eine Steckling hatte nur noch 5, der andere 3 Blätter und die Blütenknospe; die übrigen lagen auf dem Fensterbrette, und zwar die grösseren; die kleineren hafteten noch an den Pflanzen.

Am Beginne des vierten Tages sind von beiden Pflanzen alle Blätter abgefallen; es stehen zwei kahle Stämmchen in dem Gefässe. Die Wurzelfäden zeigen ebenfalls keine besondere Veränderung; vielleicht sind sie etwas weicher als zuvor.

Die Knospe ist nicht weiter gewachsen, sondern hängt mit schlaffem Stielchen abwärts. Es scheint, alle Teile der Pflanze sind tot.

Ich werde künftig meine Blicke auf die mikroskopische Beschaffenheit der Wurzelfäden, des Stämmchens und der Blätter im normalen und vergifteten Zustande richten; vielleicht wird sich dabei eine Veränderung zeigen, die makroskopisch unsichtbar geblieben ist; zumal die Insertionsstelle des Blattstieles wird zu beachten sein. Wie viel von dem Gifte die Pflanzen aufgenommen haben, wäre zu ermitteln, und die abgefallenen Blätter könnten zweckmässig verfüttert werden.

## 2. Vorversuch. *Impatiens*-Stecklinge und *Strychninum nitricum*.

Wie im vorigen Versuche, so wurde auch hier das Wasser eines cylindrischen Glasgefässes, in welchem sich zwei reichbewurzelte junge *Impatiens*-Stecklinge entwickelt hatten, in ein zweites Glasgefäss abgegossen, auf 80 cm. gebracht und mit 20 cm. Wasser versetzt, in welchem  $\frac{1}{4}$  Gramm *Strychninum nitricum* gelöst worden war. Dann wurde die gifthaltige Flüssigkeit in das die Pflanzen enthaltende Gefäss zurückgegossen, nachdem sie gehörig durchmischt worden.

Am Tage darauf untersucht, sind die Wurzelfäden alle weich und schlaff geworden; sie sind längst ohne Leben.

Am 3. Tage sind vier grosse Laubblätter in grünem Zustande abgefallen.

Am 5. Tage sind nur noch je drei Blätter an den Stämmchen, welche sämtlich an deren Enden sitzen; es sind die kleinsten. Das Blattgrün ist unverändert, aber die Blätter haben ihren Turgor verloren, sind schlaff. Der obere, dünnere Teil der Stämmchen ist im Vertrocknen begriffen und neigt sich nach unten. Die kleinsten Blättchen sind in ihrem Wachstume stehen geblieben, wie Zeichnungen lehren, die am Beginne des Versuches von ihnen entworfen worden waren.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, beide Pflanzen sind tot.

Ich habe auch mit Cyankalium und mit kantharidinsaurem Kali an *Impatiens*stecklingen Versuche gemacht, in beiden Fällen mit tötlichem Erfolge. Da jedoch beide Stoffe mit der von mir gebrauchten Mutterlauge (Chromalaun) Niederschläge geben und Zersetzungen liefern, eine Vergleichung also mit einer Beeinflussung des Krystallwachstumes nicht möglich ist, so sind diese Versuche hier zu übergehen.

## 3. Vorversuch. *Impatiens*-Stecklinge und Alkohol.

Den Einfluss wässrig verdünnten Alkohols auf das Wachstum und das Leben von Pflanzen habe ich an sehr vielen Versuchen zu bestimmen gesucht. Es wird hierüber demnächst eine besondere Schrift erscheinen, welche sich ausführlich mit diesem Gegenstande befasst. Hier ist daher über den Einfluss verdünnten Alkohols auf *Impatiens*stecklinge nur folgendes zu berichten.

Giesst man das Wasser von Gefässen, in welchen *Impatiens*stecklinge sich entwickeln, in ein zweites Gefäss aus, bringt es auf 90 Kubikcentimeter, versetzt es mit 10 Kubikcentimeter absoluten Alkohols und giesst die wohlgeschüttelte Mischung nach einiger Zeit, der Abkühlung wegen, in das erste, die Stecklinge enthaltende Gefäss zurück, so hat man alles Erforderliche gethan, was zu einem erfolgreichen Versuche gehört. Schon eine fünfprocentige Mischung führt, etwas langsamer, zum Ziele.

Nach einigen Tagen bemerkt man ein leichtes Fahlwerden der unteren, grösseren Blätter. Schon am Tage darauf sind sie gelb geworden, wie im Herbste.

Es ist eine bedeutende Ernährungsstörung der Blätter im Gange. Nach und nach nehmen alle Blätter daran teil; sie werden gelb und endlich steht die ganze Pflanze im herbstlichen Schmucke da. Wie zu erwarten, bleibt es hierbei nicht; auch die zweite Herbstphase schliesst sich an; ein gelbes Blatt um das andere fällt vom Stämmchen ab, bis alle am Boden liegen und ein kahles Stämmchen übrig geblieben ist. Das Wachstum der Spitzenblättchen und auch der Wurzelfäden hört mit dem Einbringen der alkoholhaltigen Flüssigkeit sogleich auf, wie Marken am Gefässe gegenüber den Enden der Wurzelfäden, und Zeichnungen der kleinen Spitzenblättchen am Beginne des Versuches lehren.

## B. Versuche mit Krystallen.

Für diesen Zweck stellte ich mir eine grosse Anzahl von Kugeln aus Kaliumalaun her, die einen Durchmesser von 15—25 mm. besaßen. Es ist nicht allein sorgfältige Bearbeitung derselben erforderlich, sondern auch mindestens paarweise Herstellung in gleicher Grösse, und paarweise Herstellung selbst aus dem gleichen Oktaeder. Die Kugelform wurde aus dem einfachen Grunde gewählt, weil sie in ihrer Umbildung ein äusserst feines Reagens darstellt für die Wahrnehmung von Formunterschieden. Paarweise Herstellung in gleicher Grösse und aus dem gleichen Oktaeder ist notwendig, um Entwicklungsstufen in gifthaltiger und giftfreier Lösung mit einander vergleichen zu können; würde man ein Kugelpaar aus verschiedenen Alaunstücken herstellen, so läge die Gefahr vor, dass sie eine verschiedene Wachstumsintensität besitzen.

### 1. Versuch. Alaunkugel, Chromalaun und Morphem.

0,5 Gramm Morphem muriaticum, in 10 Gramm Wasser gelöst, wurden mit 40 Kubikcentimeter konzentrierter Chromalaunlösung gehörig gemischt und in das die Mischung enthaltende cylindrische Glasgefäss eine Kugel aus Kaliumalaun von 15 mm. Durchmesser versenkt. Darauf ward das Gefäss mit einem Glasdeckel verschlossen; es war mir bekannt, dass die Umbildung, wenn gleich langsamer, auch im geschlossenen Gefässe vor sich geht. Zimmertemperatur.

Als am sechsten Tage die Kugel dem Gefässe entnommen wurde, zeigte sie sich, ohne irgend welche Störung erlitten zu haben, aufs schönste umgebildet und auf einer Stufe, die anscheinend in nichts zurückgeblieben war. Eine Zersetzung der Flüssigkeit hatte nicht stattgefunden.

### 2. Versuch. Alaunkugel, Chromalaun, Morphem.

0,25 Gramm Morphem muriaticum, in 10 Gramm destillierten Wassers gelöst, werden mit 40 ccm. Chromalaunlösung vermischt. In das die Mischung enthaltende cylindrische Glasgefäss wird eine Alaunkugel von 15 mm. Durchmesser versenkt. Das Gefäss wird geschlossen und 5 Tage lang bei gewöhnlicher Zimmertemperatur sich selbst überlassen.

#### Parallelversuch mit Wasserverdünnung.

40 ccm. der gleichen Chromalaunlösung, die im vorigen Falle zur Verwendung kam, werden, zu gleicher Zeit mit jenem Versuche, mit 10 ccm. Wasser verdünnt. In das die Mischung enthaltende cylindrische Glasgefäss gelangt eine Alaunkugel von 15 mm. Durchmesser und bleibt bei geschlossenem Gefässe ebenfalls 5 Tage hindurch sich selbst überlassen.

Am 6. Tage werden die Kugeln den Gefässen entnommen. Es ergibt sich, dass beide gleichweit umgebildet sind und dass die in der Morphiummischung umgebildete Kugel keinerlei Störung aufweist.

### 3. Versuch. Alaunkugel, Chromalaun, Strychnin.

0,2 Gramm Strychnini nitrici, in 10 Gramm Wasser gelöst, werden mit 40 cem. Chromalaunlösung gemischt. In das die Mischung enthaltende cylindrische Glasgefäss wird eine Alaunkugel von 15 mm. Durchmesser übertragen und 5 Tage hindurch bei geschlossenem Gefässe und gewöhnlicher Zimmertemperatur sich selbst überlassen.

Am 6. Tage herausgenommen zeigt sich die Kugel allseitig schön entwickelt; auch die Stufe ist weit genug vorgeschritten.

### 4. Versuch. Alaunkugel, Chromalaun, Strychnin.

Wiederum werden 0,2 Gramm Strychninum nitricum, in 10 Gramm Wasser gelöst, mit 40 cem. Chromalaunlösung gemischt. In das die Mischung enthaltende Glasgefäss gelangt eine Alaunkugel von 15 mm. Durchmesser; das Gefäss wird geschlossen und bleibt 5 Tage lang stehen.

#### Parallelversuch mit Wasserverdünnung.

In einem zweiten Gefässe wurden 40 cem. der gleichen Chromalaunlösung mit 10 cem. Wasser vermischt. In die Mischung kam eine Alaunkugel von 15 mm. Durchmesser. Das Gefäss wurde geschlossen und blieb ebenfalls 5 Tage hindurch sich selbst überlassen.

Als am 6. Tage beide Kugeln zur Untersuchung gelangten, waren sie gleich weit entwickelt und Störungen nirgends nachweisbar.

### 5. Versuche mit Chinin, Nikotin, Atropin, Coniin.

in der gleichen Weise ausgeführt wie die vorgenannten, führten zu dem gleichen Ergebnisse: das Wachstum blieb normal, sowohl in formaler, wie in zeitlicher Hinsicht. Einzelne Gifte scheinen ohne Wirkung selbst in das Krystallwasser übergehen zu können. So schmeckte die in schwefelsaurem Chinin entwickelte Kugel deutlich bitter, die Nikotinkugel duftete nach Tabak, tagelang, obwohl die Oberfläche vollständig abgetrocknet worden war.

### 6. Versuche mit Alkohol.

10 cem. absoluten Alkohols werden mit 40 cem. konzentrierter Chromalaunlösung gemischt und die Mischung in geschlossenem Gefässe zwei Tage lang stehen gelassen. Es war mir bereits durch Vorversuche bekannt, dass im Verlaufe des ersten Tages ein krystallinischer Niederschlag entsteht, der durch den Alkoholzusatz bedingt wird; Chromalaun ist in Alkohol unlöslich.

Am dritten Tage wurde die stark nach Alkohol duftende Mischung in ein anderes cylindrisches Glasgefäss gegossen, eine Alaunkugel von 20 mm. Durchmesser in die Flüssigkeit übertragen, das Glasgefäss geschlossen und 7 Tage lang bei gewöhnlicher Zimmertemperatur stehen gelassen.

Gleichzeitig fand ein Parallelversuch mit Wasserzusatz statt. 40 cem. der gleichen konzentrierten Chromalaunlösung wurden mit 10 cem. Wasser gemischt. In das die Mischung enthaltende cylindrische Glasgefäss kam eine Alaun-

kugel von 20 mm. Durchmesser und blieb im geschlossenen Gefässe ebenfalls 7 Tage hindurch liegen.

Als am 8. Tage beide Kugeln aus ihren Gefässen genommen wurden, zeigten sie sich beide in schöner Weise umgebildet, doch hatte die im wasserverdünnter Lösung entwickelte einen ansehnlichen Vorsprung vor der in alkoholverdünnter Lösung entwickelten.

In Beilage I, Figur 1 und 2, sind beide Kugeln in photographischer Abbildung bei ca. 3facher Vergrösserung wiedergegeben, in gleicher Orientierung, so dass alle Einzelheiten auf einander bezogen werden können.

In Figur 1, welche die in alkoholischer Mischung minder entwickelte Kugel vor Augen stellt, ist die dunkle Kreisfläche der Mitte eine primitive Hexaederfläche von glänzender Beschaffenheit. Ringsum liegt ein breites Wucherfeld, welches mit seinem polygonalen Aussenrande an nicht weniger als 8 Glanzflächen anstösst. Vier von den letzteren, die oben und unten, rechts und links liegen, gehören Oktaederflächen an; zwischen ihnen, in Form eines schräggestellten Kreuzes, haben 4 Dodekaederflächen ihren Platz; sie sind etwas kleiner als die anderen.

Hieraus geht hervor, dass Alkohol, selbst in 20 procentiger Beimischung, das Wachstum des Krystalles nicht aufhebt. Die Chromalaunmoleküle werden durch ihn bei fortdauernder 7 tägiger Einwirkung nicht ins Schwanken gebracht, sie verlieren nicht ihr Richtungsvermögen, sondern finden ihren Platz wie zuvor, und halten auch aneinander fest, wie zuvor.

Wenn wir aber Figur 2 in Erwägung ziehen, so ergibt sich, dass die in der wasserverdünnten Lösung entwickelte Kugel viel weiter vorgeschritten ist. Die Hexaederfläche der Mitte ist sehr gross, sie grenzt sich gegen die umgebenden grossen Oktaeder- und rechteckigen Dodekaederfelder teils kantig, teils grosszackig ab, mit den letzten Resten des ursprünglichen einumpolaren Wucherfeldes. Rechts oben ist ein kleiner Defekt sichtbar: dort war die Kugel dem Gefässe aufgelegt.

Hieraus ergibt sich, dass Alkohol von 20 % das Wachstum des Krystalles nicht aufhebt, aber es verlangsamt. Der Schritt der Moleküle des Chromalauns ist zwar nicht schwankend, aber langsamer geworden.

Nicht ganz mit Unrecht könnte man folgende Einwendung erheben: der Alkoholzusatz zur Chromalaunlösung hat einen Niederschlag veranlasst; die Chromalaunlösung ist dadurch dünner geworden; dies ist vielleicht die Ursache der Wachstumsverminderung.

Auf der anderen Seite kann man hervorheben, die Verdünnung mit Alkohol ist nicht ebenso zu beurteilen, wie die mit Wasser. In Wasser löst sich Chromalaun sehr leicht, in Alkohol dagegen löst er sich ganz und gar nicht. Ist überhaupt die Beimischung eines lösungsfeindlichen Stoffes eine Verdünnung zu nennen? Alkoholisches Wasser kann nicht mehr so viel lösen, als alkoholfreies Wasser von derselben Menge. War es dann gerechtfertigt, bei dem Parallelversuche die Chromalaunlösung mit 10 cm. Wasser zu verdünnen, mit derselben Menge, in welcher Alkohol im vorhergehenden Versuche zugesetzt worden ist?

Wir wollen diese verwickelte Angelegenheit nicht lösen, sondern sie mit einem anderen Versuche umgehen, um dennoch ein befriedigendes Ergebnis zu erhalten. Dieser Versuch besteht darin, dass man weniger Alkohol beimischt als zuvor.



### Versuch mit 10-procentigem Alkohol.

5 cem. absoluten Alkohols werden mit 45 cem. Chromalaunlösung gemischt. Die Mischung bleibt 2 Tage in geschlossenem Gefäße stehen und lässt unterdessen Spuren eines Niederschlages zu Boden sinken. Darauf wird eine Alaunkugel von 20 mm. Durchmesser in die Flüssigkeit gesenkt, die deutlich nach Alkohol duftet.

Zur Vergleichung wurden in einem zweiten cylindrischen Gefäße 45 cem. der gleichen Chromalaunlösung mit 5 cem. Wasser gemischt und 2 Tage in geschlossenem Gefäße stehen gelassen. Auch in diesem Gefäße entstand ein kleiner Niederschlag. Dann wurde eine Alaunkugel von 20 mm. Durchmesser in die Flüssigkeit gesenkt.

Beide Kugeln bleiben bei gleicher Temperatur, in geschlossenen Gefäßen, 4 Tage hindurch sich selbst überlassen.

Am 5. Tage herausgenommen, zeigen sie sich beide in trefflicher Weise entwickelt; sie befinden sich auf einer etwas weiteren Entwicklungsstufe, als die beiden vorausgehenden; aber auch sie zeigen Unterschiede in den Stufen: die in der alkoholischen Flüssigkeit gewachsene ist die zurückgebliebene, die in der wässrigen entwickelte die weiter gediehene. Die letztere Stufe zeigt schon ganz schmale Dodekaederflächen, welche kaum die Hälfte der Breite der Dodekaederflächen der anderen Kugel besitzen.

So hat also dieser Versuch einwandfrei, wie ich glaube, gezeigt, dass dem Alkohol eine das Wachstum der Alaunkugel verzögernde Kraft zukomme. Ob Alkoholmoleküle mit in das Krystallwasser aufgenommen wurden, ist zweifelhaft. Man ist wohl genötigt, einer katalytischen Wirkung des Alkohols diesen verzögernden Einfluss zuzuschreiben.

Auch mit fünf- und mit 30-procentigem Alkoholzusatz zu Chromalaunlösungen habe ich einige Versuche angestellt. Bei 5 procentiger Mischung ist die Wirkung eine minimale; bei 30 procentiger Mischung ist der Niederschlag bedeutend, nicht mehr krystallinisch, sondern schlammig. Die abgegossene Flüssigkeit duftet sehr kräftig nach Alkohol. Bringt man Alaunkugeln in diese Flüssigkeit hinein, so vollzieht sich die Umbildung zwar sehr langsam, doch regelrecht: es gelingt nicht, mit Alkohol die Moleküle ins Schwanken zu bringen, zu Falschbildungen zu veranlassen, oder gar ihre Krystallisationskraft ganz zu brechen.

Es gelang auch nicht, sie mit obigen, dem organischen Reiche gefährlichen Giften zu brechen. Nur Alkohol bewirkte eine gewisse Lähmung. Aber es wird aller Wahrscheinlichkeit mit anderen Stoffen gelingen, ohne dass eine Zersetzung erfolgt. Sind hier doch nur die ersten Anfänge damit gemacht, die Mutterlauge von Krystallen zu vergiften und ihr Wachstum zu lähmen. —

### Zucker.

Starke Dosen von käuflichem weissen Zucker zur konzentrierten Chromalaunlösung wirken ähnlich wie Kälte (Temperaturen um 0°): das Flächenwachstum erfährt eine bedeutende Verminderung. Auch mit der Wirkung der Schnellregeneration besteht Ähnlichkeit: bei letzterer, in Folge einer Expositionsdauer der Kugel von einer einzigen Minute, fehlt es an der genügenden Zeit, um ein normales Flächenwachstum der 8 oktaedrischen Centren hervorzubringen. So verschieden also Zucker, Kälte und Schnellregeneration von einander sind — steht letztere doch in einem gewissen Gegensatze zu beiden ersteren! — so ist das Ergebnis ihrer Wirkung doch ein überraschend ähnliches.

## Eine Frage an das Leben.

Es ist naheliegend und begreiflich, dass, wer sich anhaltend mit Wachstumserscheinungen in der unbelebten Welt beschäftigt hat und andererseits Erfahrungen besitzt über die Wachstumserscheinungen in der belebten Natur, eine Frage übrig hat an das Leben.

Wenn man auch das Leben immer nur durch Vergleichung beider Welten zum Gegenstande einer Beurteilung machen kann, so nimmt doch der Eine seinen Ausgangspunkt von dieser, der Andere von jener Seite. Ich habe ihn von der Seite der unbelebten Natur genommen und bin über das Betreten dieses Weges in hohem Grade erfreut. Eröffnet uns doch dieser Weg den zuvor verschlossenen Blick in unerwarteter Weise und zeigt uns in unmittelbarer Anschauung Ordnungen von ebenso unermesslicher Ausdehnung wie grösster Reichhaltigkeit.

Was ist es denn, das uns die belebte Natur in einem so grossen Gegensatz erscheinen lässt zur unbelebten? Vom morphologischen Gesichtspunkte aus nehmen wir auf der einen Seite eine erstaunliche Wachstumskraft in Gebilden wahr, die im festen Aggregatzustande einen verwickelten chemisch-physikalischen Bau besitzen und sich nach aussen durch ebene Flächen abgrenzen, die in bestimmten Winkeln zu einander gestellt sind. Das Wachstum auf diesem Gebiete ist ein rein appositionelles. Die Gebilde der belebten Natur hingegen zeigen uns zwar auch einen verwickelten chemisch-physikalischen Bau der Substanzen, aus welchen sie bestehen; aber es kommt noch etwas hinzu: der in makroskopischer und in mikroskopischer Hinsicht maschinelle Bau ihres Körpers und mit ihm in unabwendbarem Zusammenhange der Stoffwechsel, der die Spannkraft frei macht zu Leistungen verschiedener Art. Das diesen Gebilden zukommende Wachstum ist ferner wesentlich ein solches durch Intussusception, während die Apposition nicht ausgeschlossen ist, aber eine sekundäre Rolle spielt. Alle übrigen Erscheinungen, die uns von der belebten Natur geboten werden, so hoch sie auch stehen mögen, sind Folgeerscheinungen, die aus jenen Grundlagen sich ergeben.

Das eine der beiden Formgebilde, der Krystall, geht unmittelbar aus seiner Mutterlauge hervor; das andere dagegen, der organisierte Körper, hat einen chemisch-physikalisch und zugleich maschinell gebauten Ausgangspunkt.

Beide Formgebilde sind in gewissen Grenzen transmutabel; so kann z. B. der Alaun durch Erwärmen in die hexaedrische Krystallisationsform übergeführt werden.

Beide Formgebilde sind in verschiedenem Grade reparationsfähig, wenn sie Teile verloren haben. Bei der Regeneration von Krystallen findet eine Wiederherstellung auf chemisch-physikalischer Grundlage statt; bei der Regeneration von Organismen dagegen erhebt sich die Wiederherstellung auf die zweite Stufe: sie findet statt auf der Grundlage chemisch-physikalischen und zugleich maschinellen Baues; beides ganz der Natur der beiderlei Dinge entsprechend.

Krystall und organisierter Körper sind, äusseren Schutz vorausgesetzt, von unbegrenzter Daseinsdauer; doch hat der höher organisierte Körper einen dauernden und einen vergänglichen Teil erlangt, wovon der letztere mit dem Namen Soma, der erstere mit dem Namen Keimsubstanz bezeichnet zu werden pflegt. Der Krystall entspricht daher in Bezug auf Dauer einer unendlichen Reihe von Generationen.

Trotz diesen Unterschieden scheint mir die Benennung belebte und unbelebte Natur eine Ungerechtigkeit zu enthalten. Beide Teile können als belebt gelten: der eine Teil befindet sich nur auf einer höheren Stufe des Lebens, der andere auf einer niedrigeren. Keineswegs sind jedoch die Leistungen der auf dieser Stufe stehenden Welt geringfügig zu nennen. Sie stellen vielmehr den Boden dar, auf dem die höhere Stufe erst sich zu erheben vermag.

Ist mit dieser Betrachtungsweise etwas gewonnen? Es ist genug gewonnen, wenn allein nur die Gerechtigkeit beiden Reichen gegenüber befriedigt und der nichtorganisirte Teil der Natur in die ihm mit allen seinen grossen Äusserungen zukommende Lebensstufe eingefügt wurde. Aber es liegt auf der Hand, dass mit dieser Veränderung auch die Einheit der Naturbetrachtung einen Schritt vorwärts macht.

6



Печатать съ разрѣшенія Медицинскаго факультета ИМПЕРАТОРСКАГО Юрьевскаго Университета.

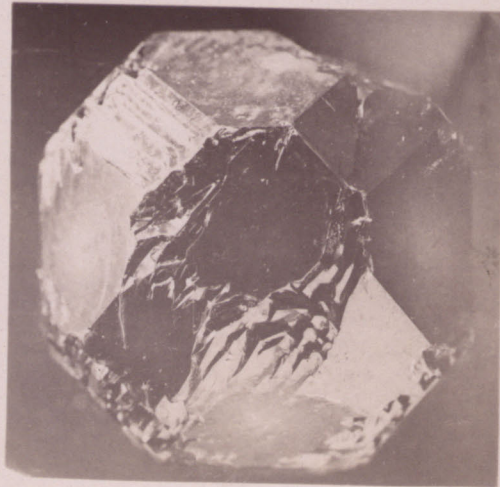
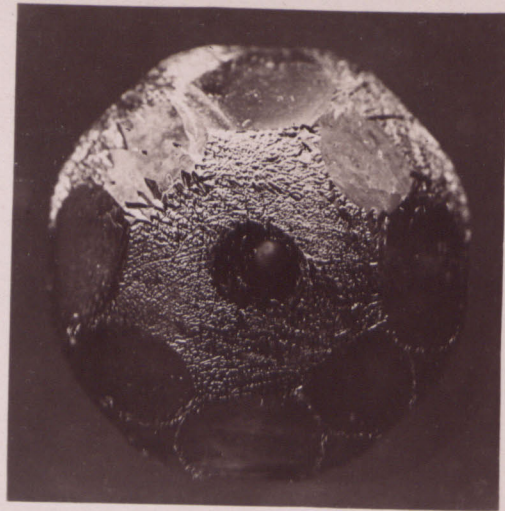
Юрьевъ, 26 ноября 1901 года.  
№ 1443.

Деканъ В. Курчинскій.

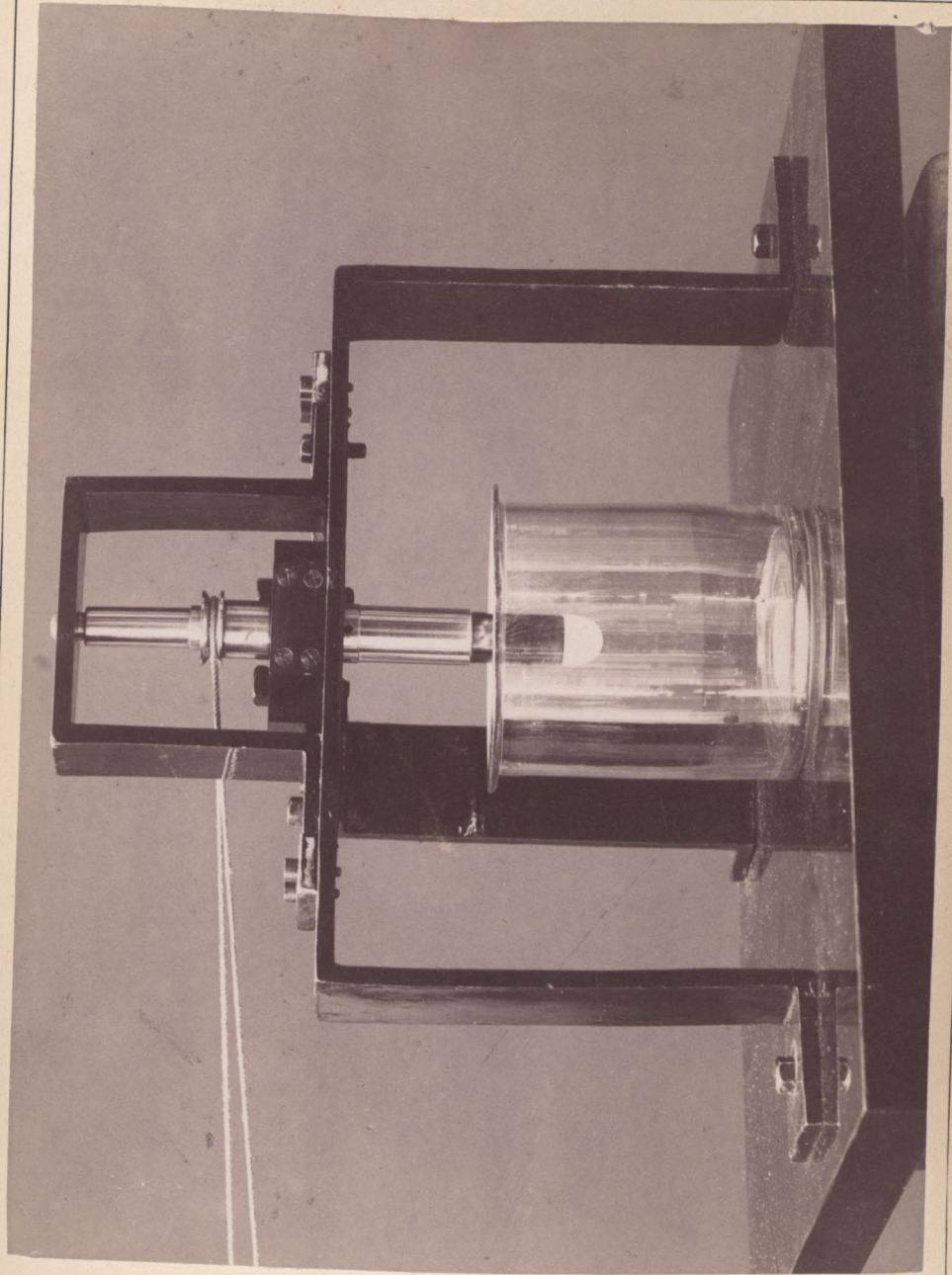
Druck von C. Mattiesen, Jurjew (Dorpat).



I. Beilagen

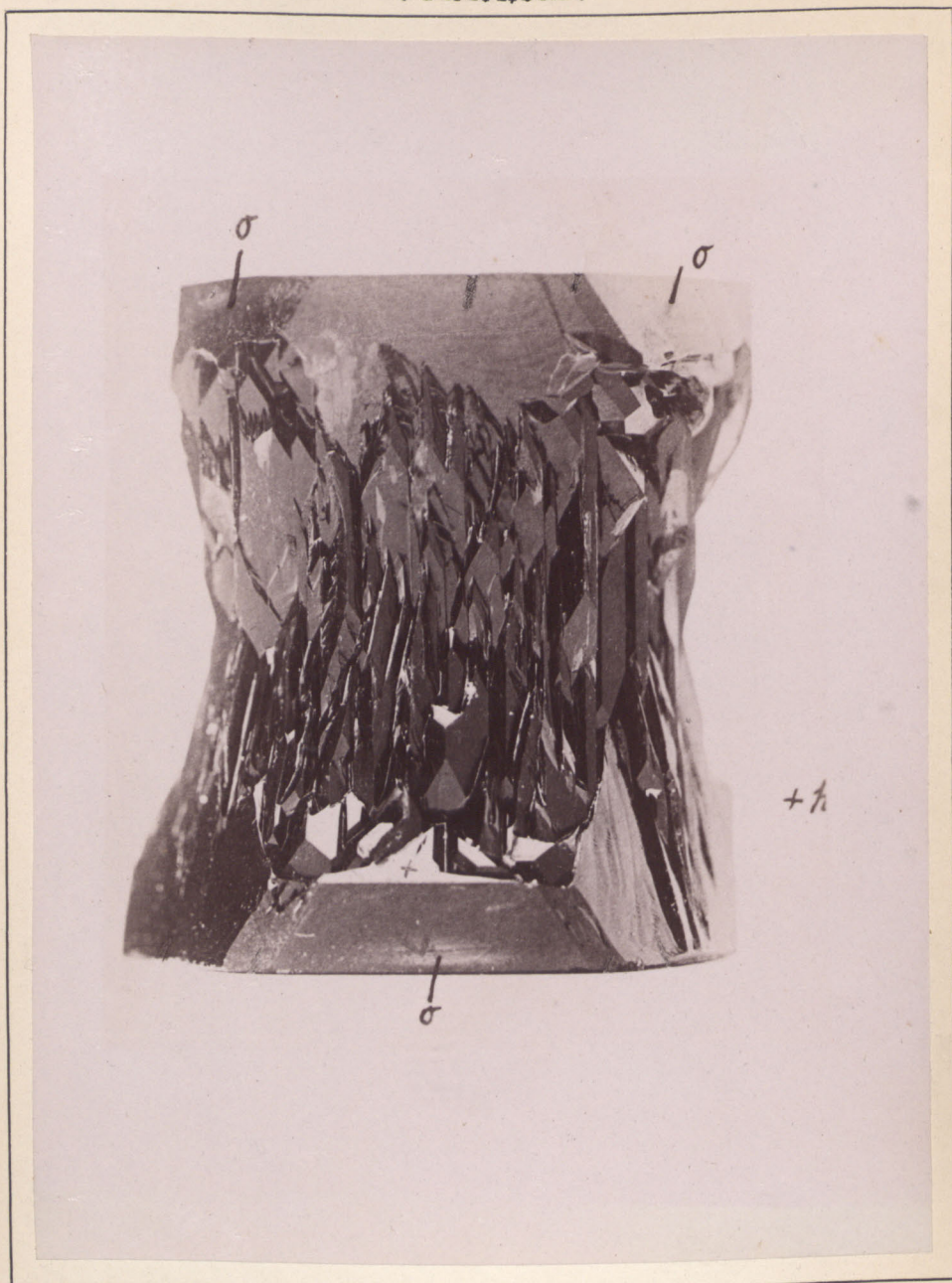


II. Beilagen

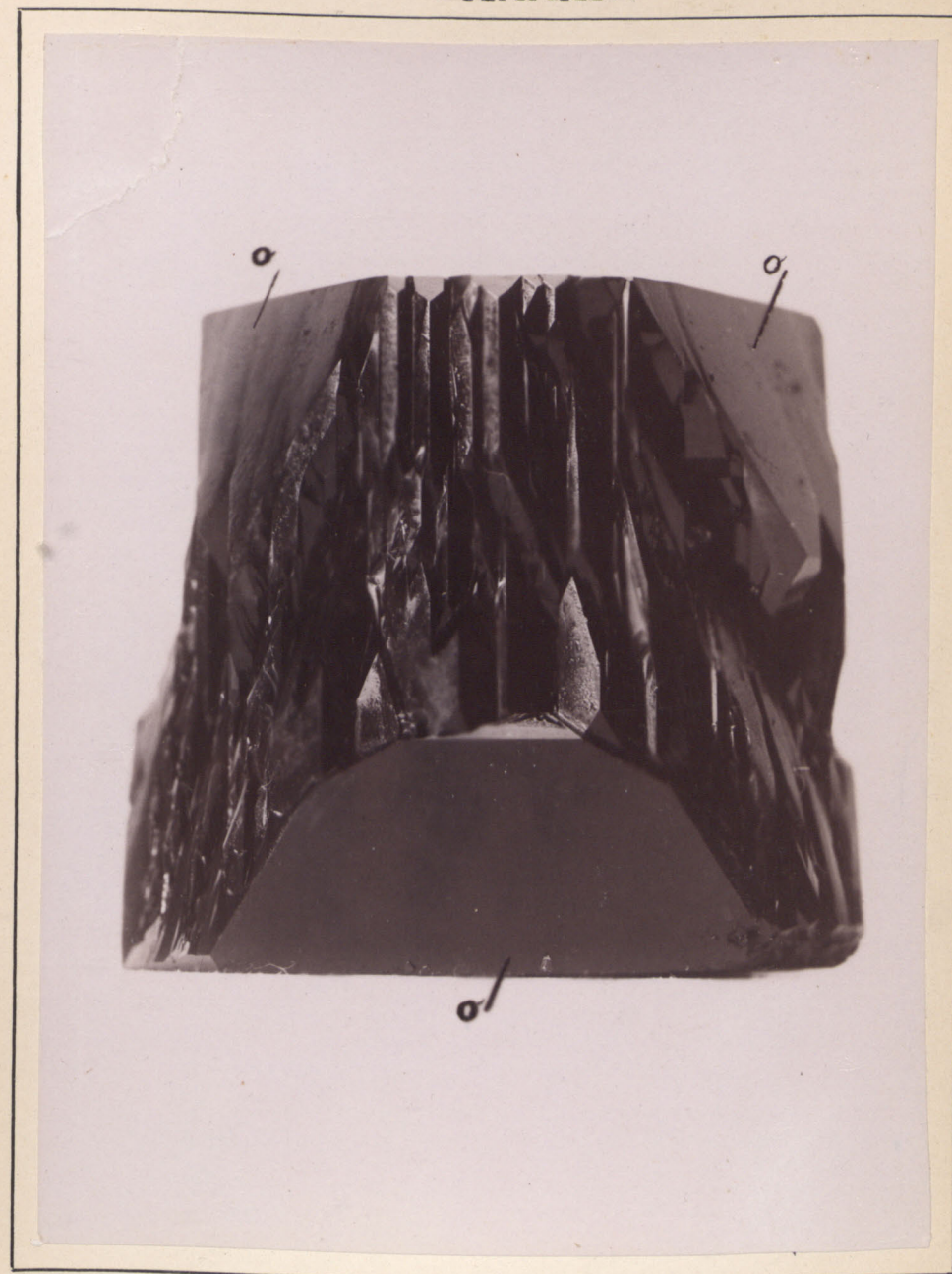




CXXXIII.



CXXXIV.





CXXXXI.

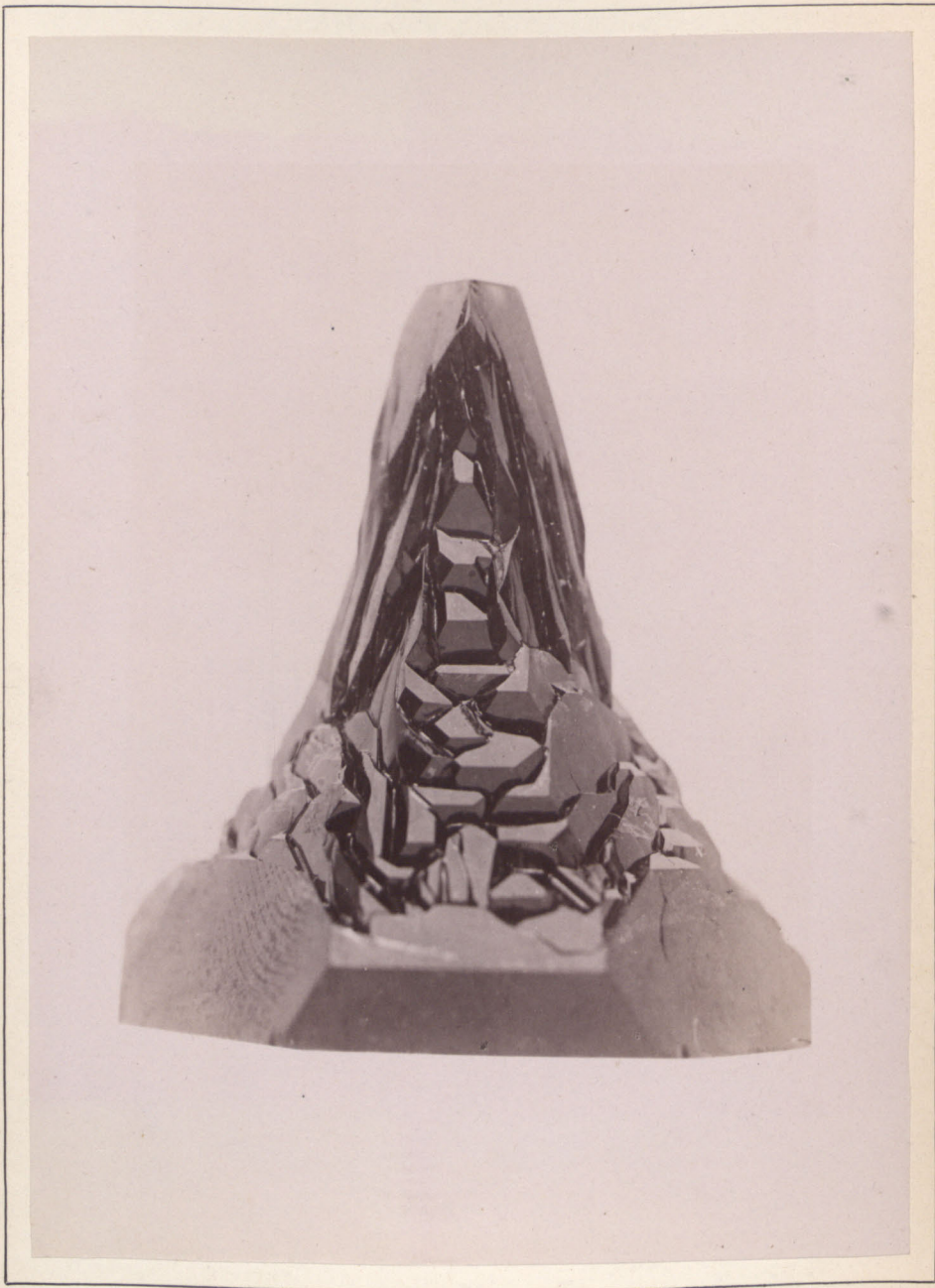


CXXXXII.





CXXXIX.

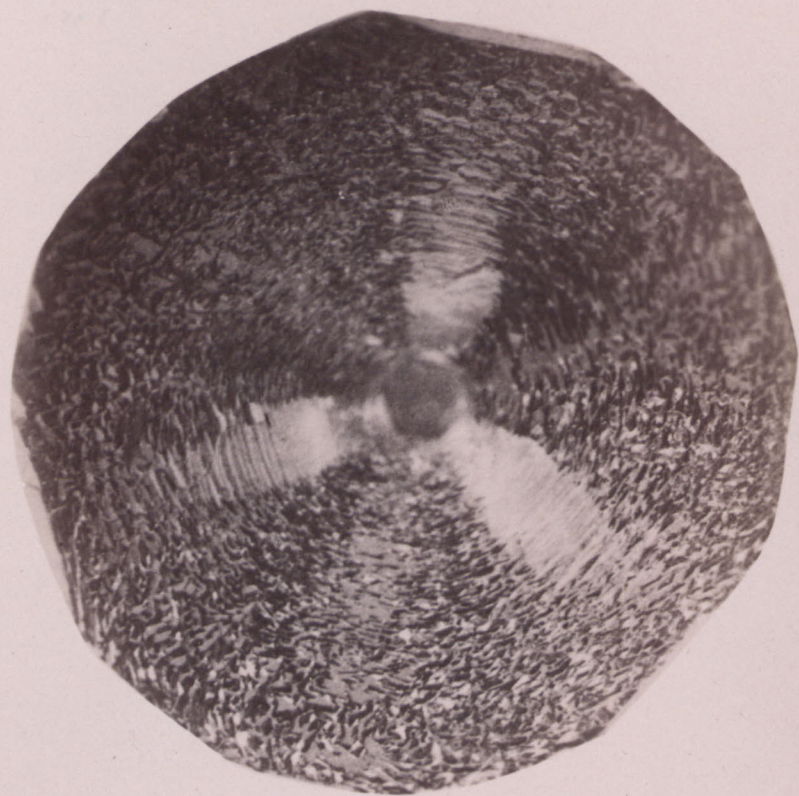


CXXXX.

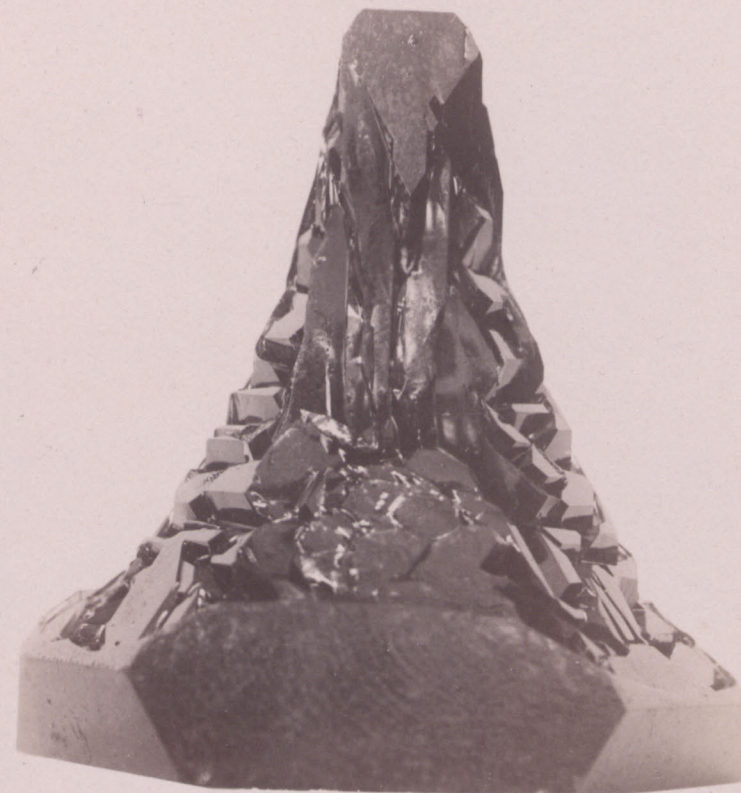




CXXXVII.



CXXXVIII.

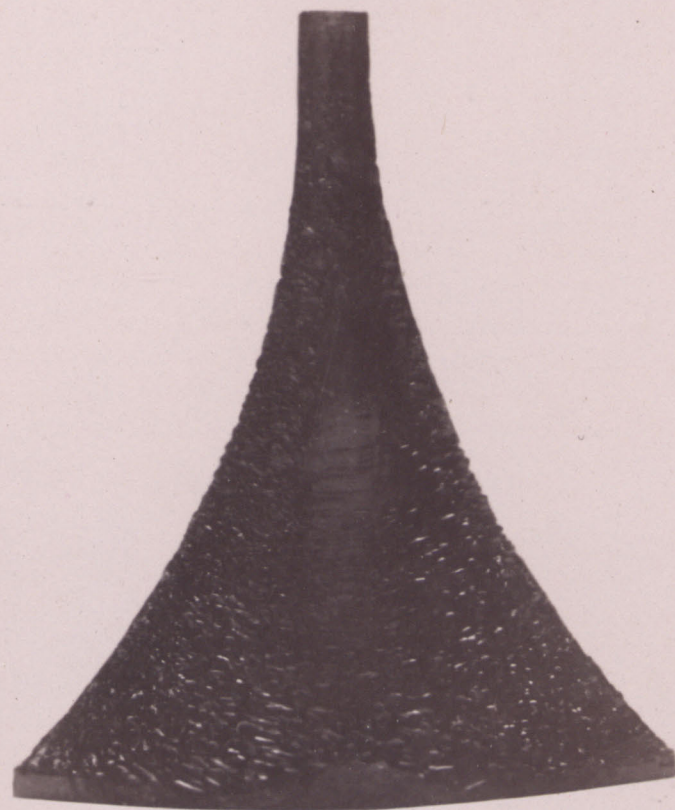




CXXXV.

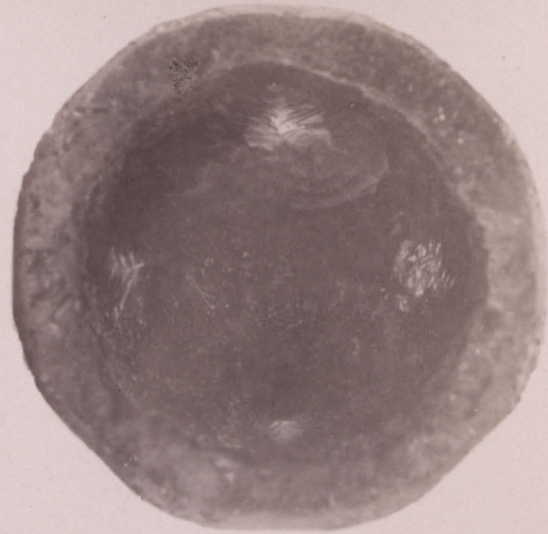


CXXXVI.

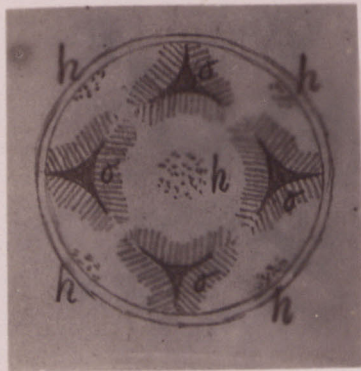




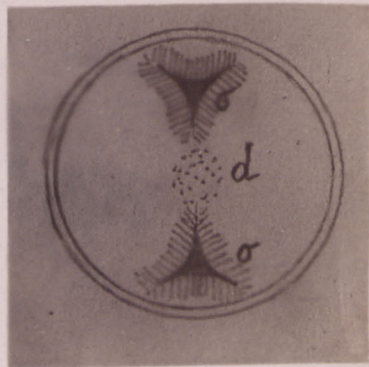
CXXXIII.



1.

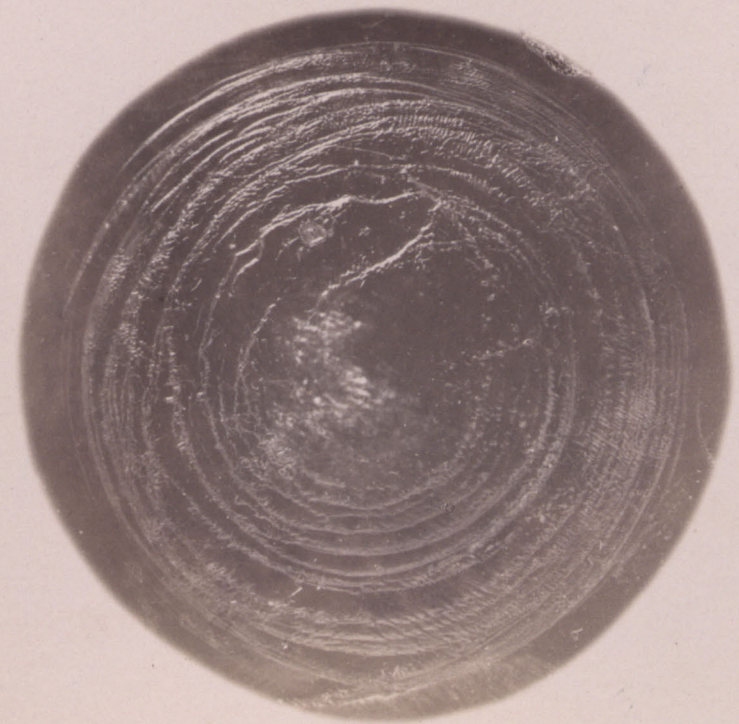
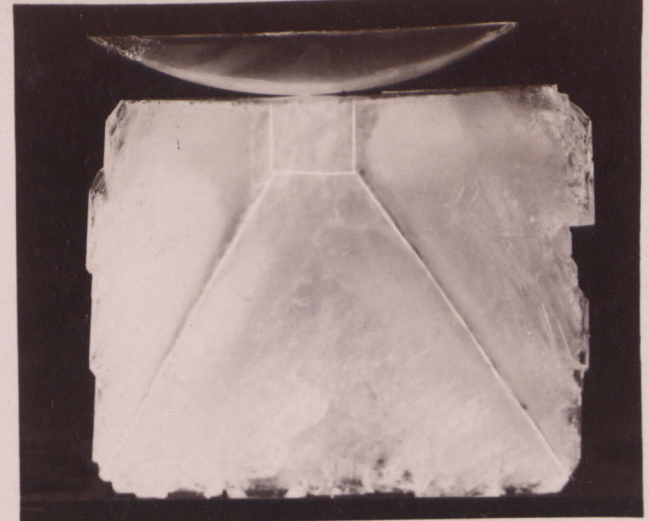


2.



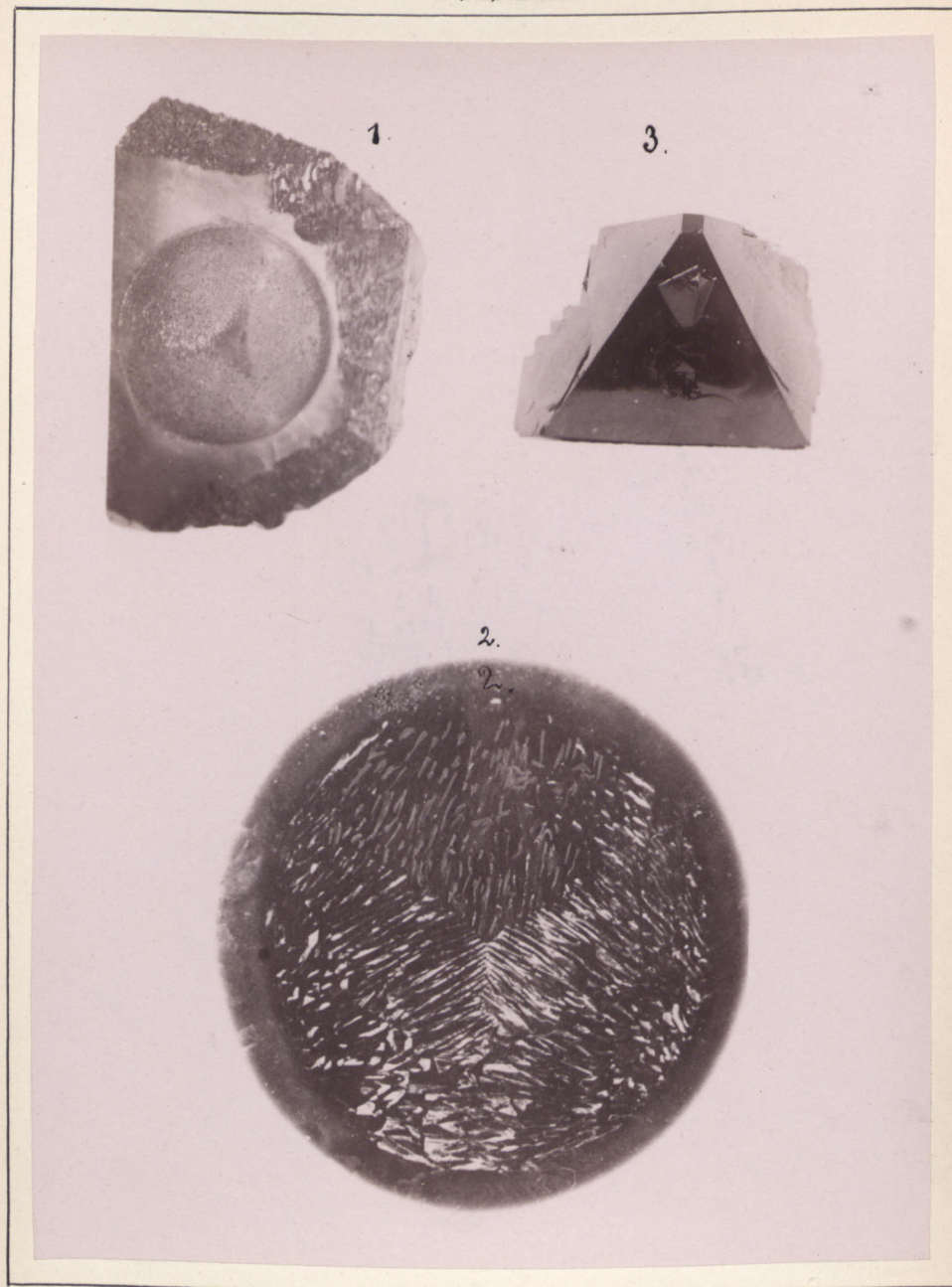
3.

CXXXIV.

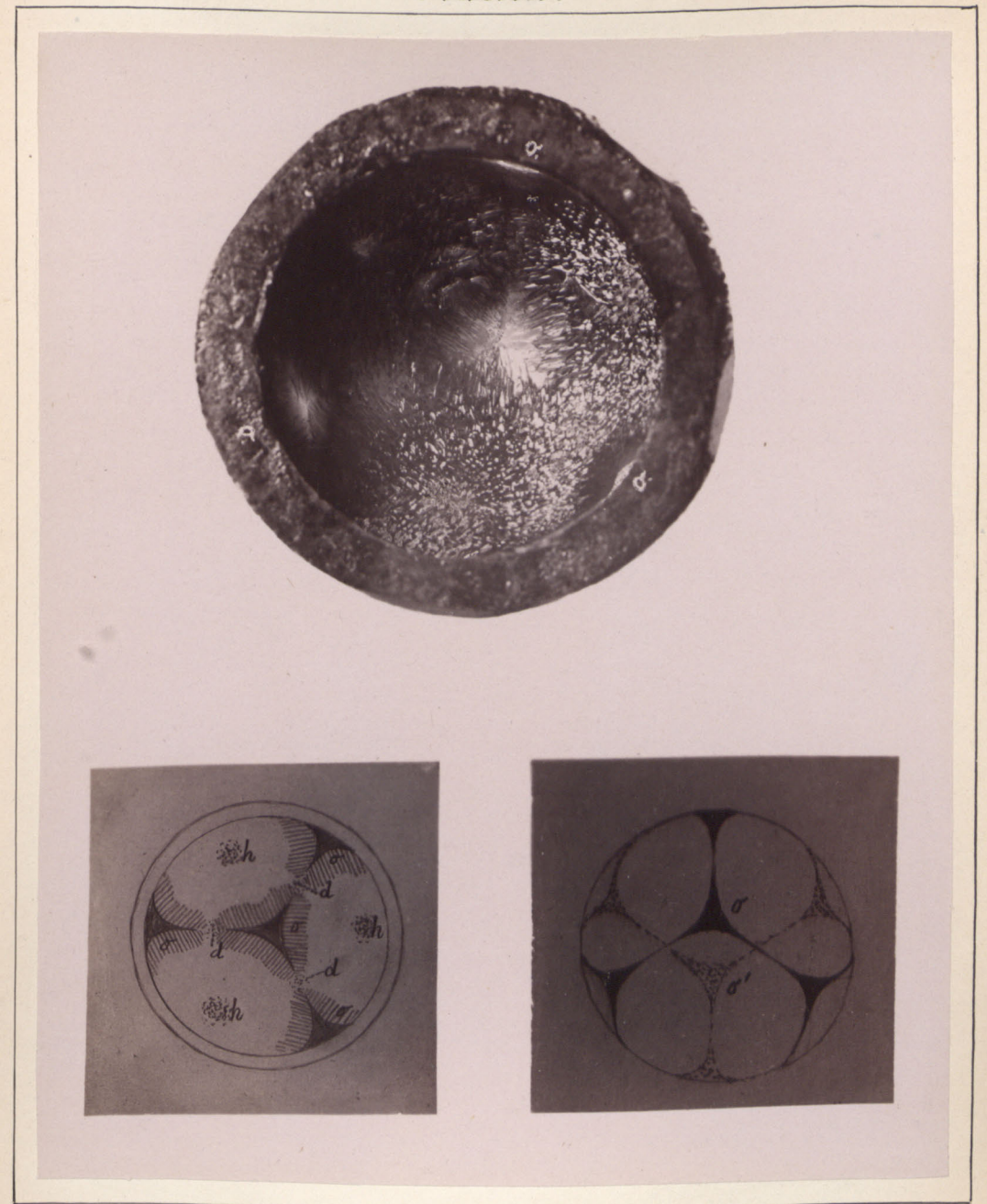




CXXXI.



CXXXII.





CXXIX.



CXXX.

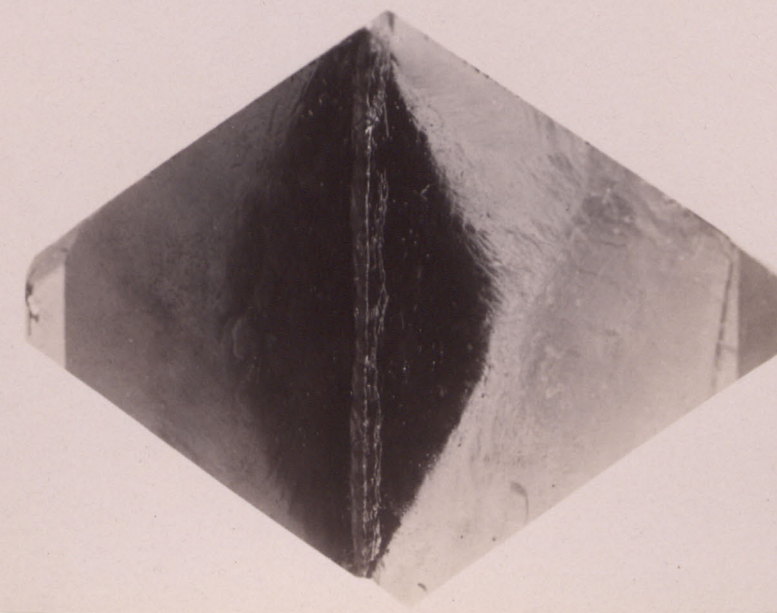
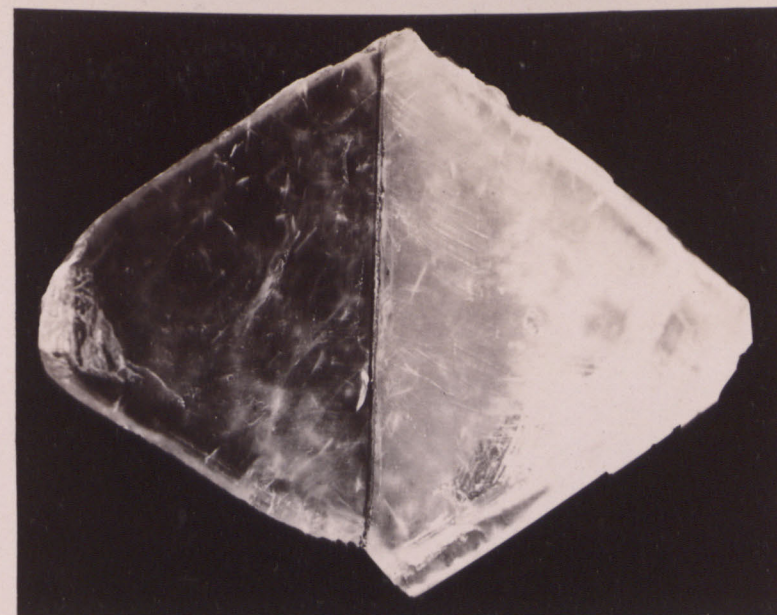




CXXVII.

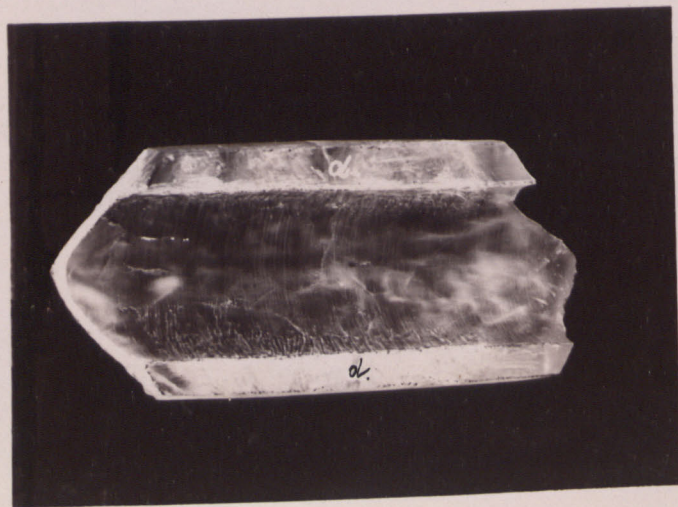


CXXVIII.

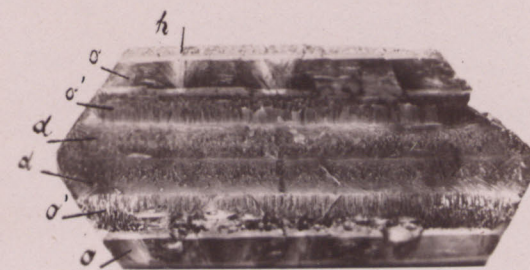
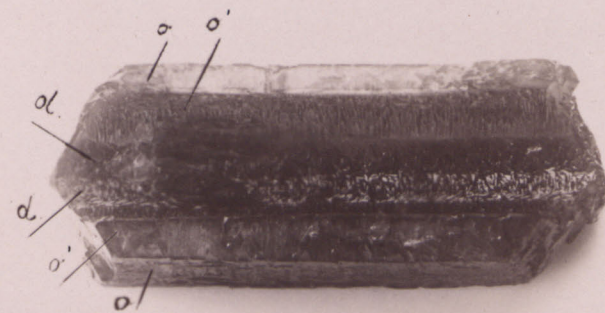




CXXV.

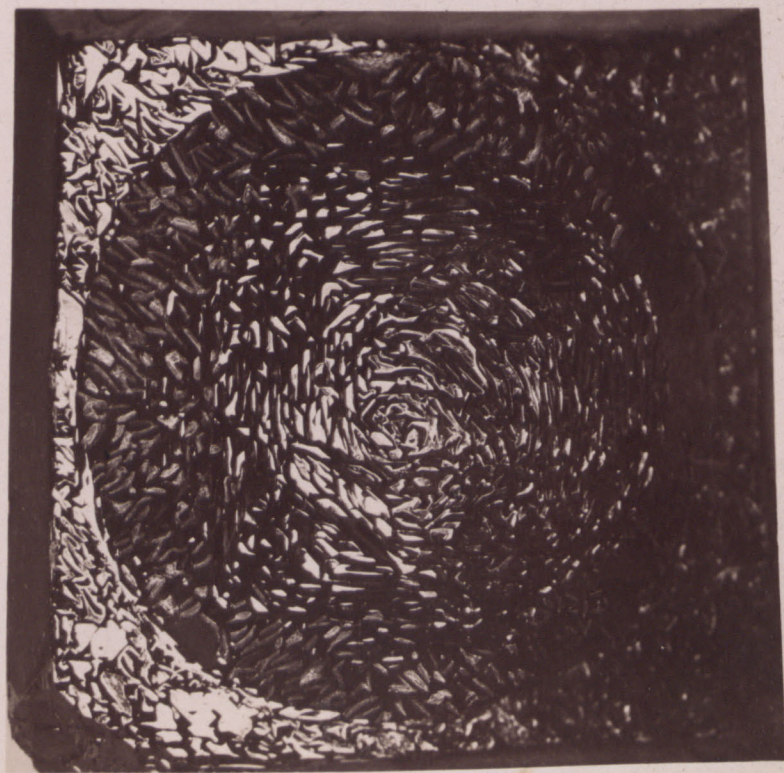


CXXVI.





CXXI.

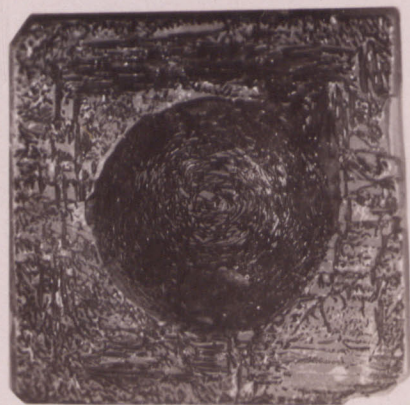
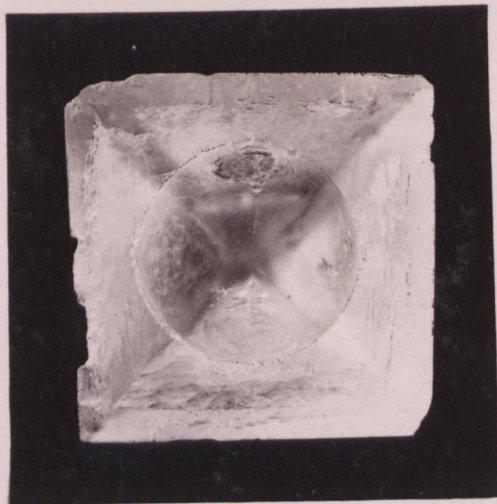


CXXII.





CXXIII.

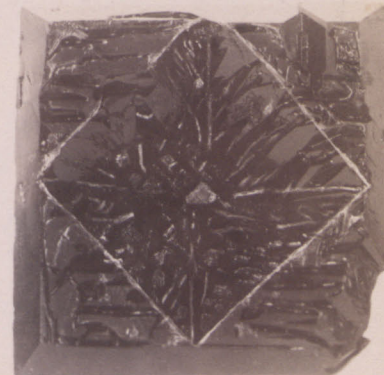


CXXIV.

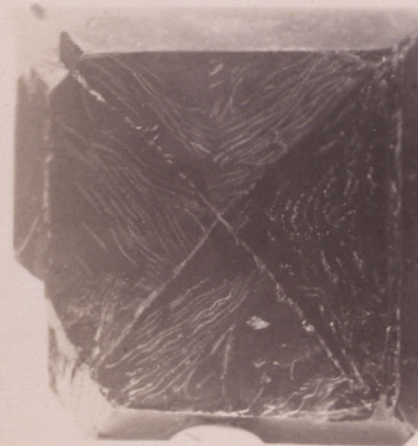
a.



c.



b.



d.

